SCIENCES ET AVENIR
LES DOSSIERS

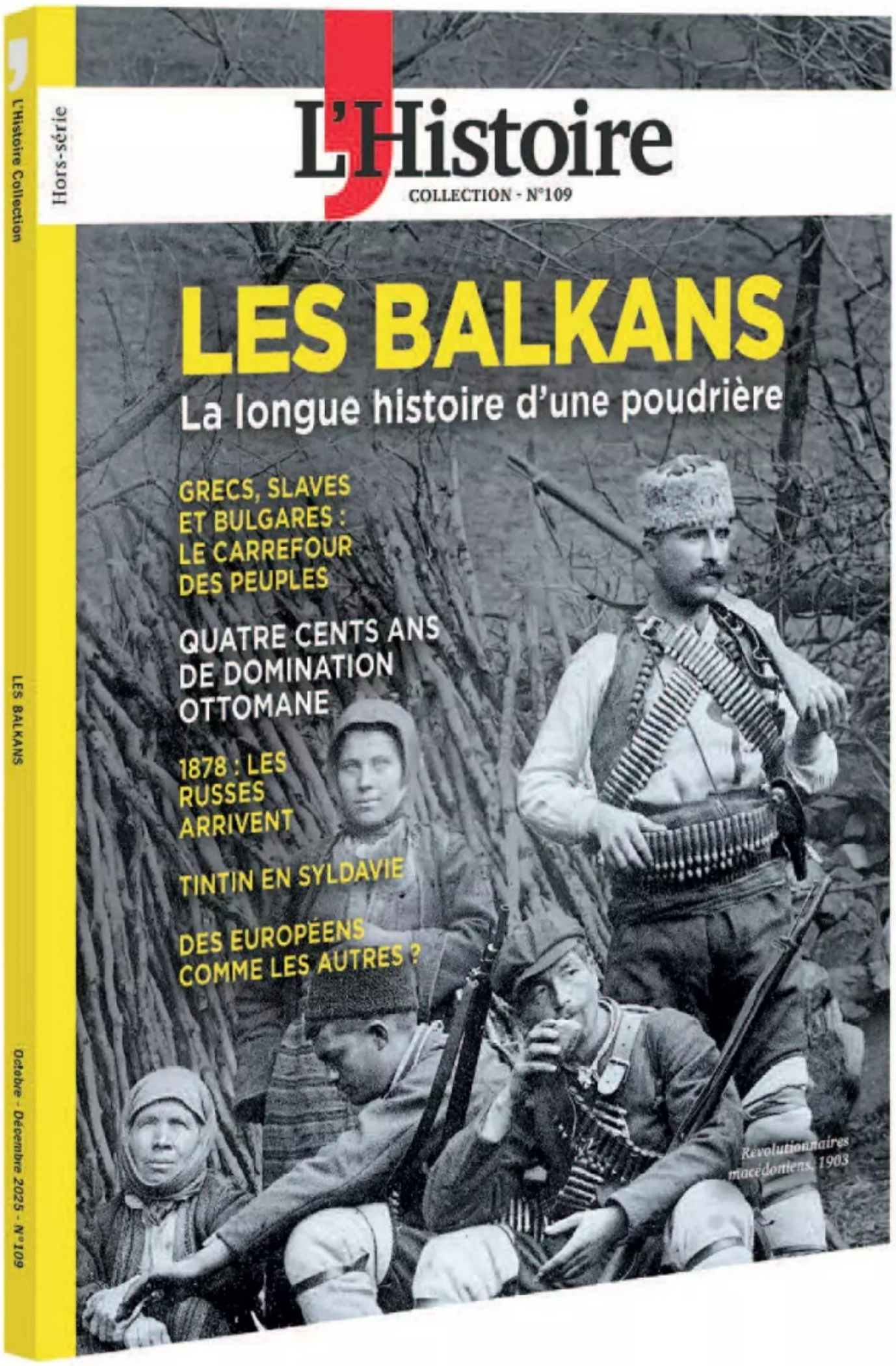
# LES DOSSIERS SCIENCES ET AVENIR

# Une MÉMOIRE en pleine forme

GETTY IMAGES

L 13667 - 223 H - F: 5,90 € - RD

LES DOSSIERS DE SCIENCES ET AVENIR - NUMÉRO SPÉCIAL 223 OCTOBRE/DÉCEMBRE 2025 - UNE MÉMOIRE EN PLEINE FORME
NUMÉRO SPÉCIAL 223 OCTOBRE/DÉCEMBRE 2025 - ALLEMAGNE 8.00 € / BELGIQUE : 6.10€ / GRÈCE : 6.20€ / ESPAGNE : 6.20 € / ITALIE : 6.20 € / DOM: 6.20€ / LUXEMBOURG : 6.10 € / PORTUGAL CONT : 6.20 € / TOM S: 860 XPF / TOM AVION : 1600 XPF / SUISSE : 9.80 CHF / TUNISIE : 10 TND / MAROC : 60 MAD / CANADA : 9.49 $CAD




Le mook
des passionnés
d'histoire

Trimestriel
132 pages

**Le 9 octobre 2025,
en kiosque, en librairie
et sur www.lhistoire.fr**

Les Balkans sont encore trop souvent associés à la fragmentation et la violence. C'est oublier que, dans cette péninsule, la culture grecque s'est épanouie, qu'y est né l'alphabet cyrillique et que des populations mêlées ont pu coexister, dans une relative paix, pendant quatre siècles, sous la domination ottomane. A l'heure où la Russie cherche à y reprendre pied, les Balkans sont la clé de notre sécurité.

L'Histoire
COLLECTION

# Sommaire

CYRIL ENTZMANN/DIVERGENCE POUR SCIENCES ET AVENIR

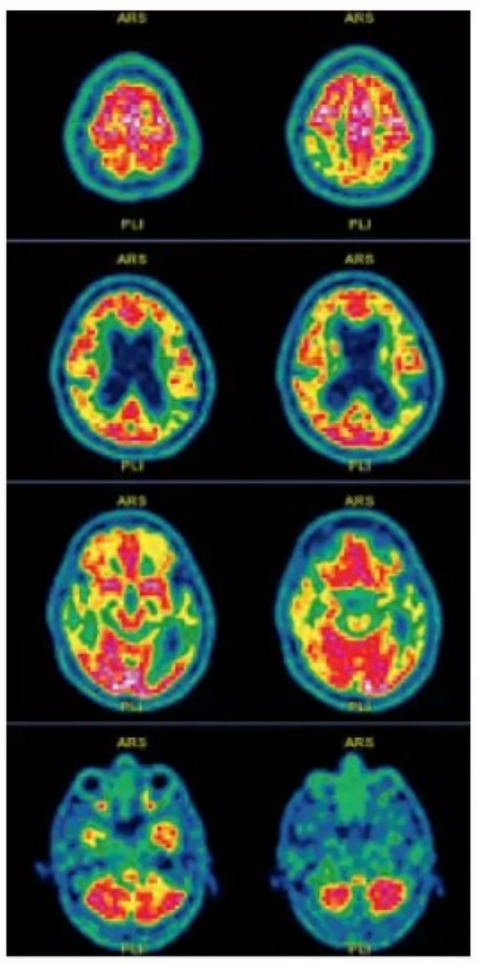
**Le cerveau en action… et en images** P. 16

CYRIL RUOSO/BIOSPHOTO

**Ils retiennent tout… ou presque !** P. 68

SARAH BOUILLAUD/HANS LUCAS

**Révisions : inspirez-vous des champions** P. 34



CENTRE JEAN PERRIN/SPL/SUCRÉ SALÉ

**L'amnésie, un trouble aux multiples causes** P. 54

GETTY IMAGES

**Six conseils pour booster ses capacités** P. 24


5 **Édito**

**6 RENCONTRE**
**Francis Eustache**
« Un jeu complexe entre le présent et le futur, alimenté par le passé »

**10 REPÈRES**
10 Un cerveau fait pour se rappeler
12 Dans la fabrique des souvenirs
14 En perpétuelle évolution

**16 REPORTAGE**
Le cerveau en action… et en images

**22 UNE MÉMOIRE EN PLEINE FORME**
24 Six conseils pour booster ses capacités
29 **INTERVIEW Isabelle Serça**
« Proust a décrit des réalités modélisées de nos jours par les scientifiques »
30 Seule reste la musique quand tout s'est effacé
32 L'oubli, indispensable complice du souvenir
34 Révisions : inspirez-vous des champions
41 **INTERVIEW Aline Cordonnier**
« La Seconde Guerre mondiale fait partie de ma mémoire collective »

**42 QUAND LA MÉMOIRE DÉFAILLE**
44 Après un choc, réparer les vivants
50 Alzheimer : des progrès à confirmer
54 L'amnésie, un trouble aux multiples causes
56 Vivre à plusieurs… en un seul corps
59 **INTERVIEW Mickaël Laisney**
« Notre identité n'est pas aussi stable qu'on pourrait le croire »
60 Des souvenirs plus faux que nature
64 **INTERVIEW Sebastien Ledoux**
« Écrire à partir de l'ensemble des mémoires, même antagoniques »

**66 MÉMOIRES PARALLÈLES**
68 Ils retiennent tout… ou presque !
74 Apprendre… sans cerveau ni neurones
76 L'éternelle course aux octets
78 Trop exposé aux écrans, le cerveau devient fainéant
81 **INTERVIEW Marie Jourdren**
« Les écrans doivent être évités en primaire »
82 **Films, livres, applis**

# REJOIGNEZ **LE PREMIER PÔLE SCIENTIFIQUE** DE LA PRESSE FRANÇAISE

## SCIENCES ET AVENIR

### LE MENSUEL

### LE HORS-SÉRIE

**UNE INFORMATION THÉMATIQUE**
CLAIRE ET VIVANTE

**Chaque trimestre,** une thématique étudiée sous tous ses aspects, en compagnie des plus grands spécialistes.

**39** JOURNALISTES PASSIONNÉS

**19** PARUTIONS PAR AN

**4,6** MILLIONS DE LECTEURS

**2,6** MILLIONS DE SOCIO-NAUTES

**2,7** MILLIONS DE VISITEURS SUR LE SITE

**3** APPLICATIONS IOS/ANDROID

**UNE VISION COMPLÈTE**
DE LA SCIENCE

**Chaque mois,** toute l'actualité scientifique, dans un langage accessible.

**Retrouvez toutes nos offres d'abonnement sur sciencesetavenir.fr**

## La Recherche

### LE TRIMESTRIEL

**LA RÉFÉRENCE**
**INCONTOURNABLE**

**Chaque trimestre,** un panorama complet en 150 pages de la recherche scientifique.

**Retrouvez toutes nos offres d'abonnement sur larecherche.fr**

**2 SITES POUR DES INFOS EXCLUSIVES**

**TOUTE L'ACTUALITE SCIENTIFIQUE QUOTIDIENNE**

**2 sites** au service de l'actualité scientifique, de la plus accessible à la plus innovante. **Des articles quotidiens** pour être à la pointe de la science.

Vos questions en direct aux chercheurs sur notre chaîne Twitch https://www.twitch.tv/sciencesetavenir/

plus de 2 millions de fans !

plus de 303 000 followers

plus de 165 000 instagrammeurs

Plus de 67 000 abonnés professionnels

plus de 23 000 abonnés

PROMINT-SCAV2

LES DOSSIERS
SCIENCES ET AVENIR

**NUMÉRO SPÉCIAL**
41 bis, avenue Bosquet 75007 Paris
Tél. : 01.55.35.56.01.
redaction@sciencesetavenir.fr

**Rédacteur en chef Sciences et Avenir**
Mathieu NOWAK 56.38
**Rédacteur en chef La Recherche**
Philippe PAJOT - 01.70.98.19.29
**Rédacteur en chef digital** Olivier LASCAR 56.15

**Rédaction en chef hors-série** Vincent REA 56.35
avec Florence LEROY 56.36
**Directrice artistique** Thalia STANLEY 56.21
**Photo-iconographie** Andreina DE BEI
(rédactrice en chef adjointe) 56.31
Isabelle TIRANT 56.32
**Documentation** Astrid SAINT AUGUSTE 56.48

**Collaborateur** Arnaud DEVILLARD
**Ont collaboré à ce numéro :**
Grégoire ADER, Bruno BOURGEOIS,
Riva BRINET-SPIESSER, Yann CHAVANCE,
Sara de LACERDA, Denis DELBECQ,
Caroline DEPECKER, Nicolas GUTIERREZ C.,
Marika JULIEN, Valérie HANDWEILER,
Sylvie NADIN, Marie PARRA, Éliane PATRIARCA,
William ROWE-PIRRA, Marie-Laure THÉODULE,
Énola TISSANDIÉ, Agnès VERNET,
Pierre VANDEGINSTE

**Fabrication** Creatoprint
**Publicité MediaObs** 44, rue Notre-Dame-des-Victoires
75002 Paris Tél. : 01.44.88.97.70. Fax : 01.44.88.97.79.
Courriel : l'initiale du prénom puis nom suivi de @
mediaobs.com
**Directrice générale** Corinne ROUGÉ - 01.44.88.93.70
assistée de Marie-Noëlle MAGGI - 01.44.88.93.70
**Directeur de publicité** Caroline GILLES - 01.44.88.89.03
**Exécution** Cédric AUBRY - 01.44.88.89.05
**Administration des ventes** Catherine FERNANDES
01.44.88.89.20
**Directeur commercial** Valéry SOURIEAU
**Directeur des abonnements** Luc BONARDI
**Responsable des abonnements** Lina QUACH 01.55.35.56.63

**Les Éditions Croque Futur**
**Président, directeur de la publication**
Claude PERDRIEL
**Directeur général** Philippe MENAT
**Directeur éditorial** Maurice SZAFRAN

**Abonnements**
**et anciens numéros :**
**01.55.56.71.48**
**45, avenue du Général Leclerc**
**60643 Chantilly Cedex**
**abonnements@sciencesetavenir.fr**

Les abonnements et réabonnements
doivent être adressés à Sciences et Avenir,
service Abonnement
45 avenue du Général Leclerc 60643, Chantilly Cedex.
Tél. : 01.55.56.71.48.
Tarif des abonnements : France,
1 an simple (12 numéros) : 35 €.
1 an complet (12 numéros + 4 hors-série) : 48 €.
Tarifs pour les pays étrangers sur demande.

**Multimédia :** Sciences et Avenir, 41 bis avenue Bosquet,
75007 Paris. Tél : 01.55.35.56.00.
Les noms et adresses de nos abonnés seront communiqués aux organismes liés contractuellement avec Sciences et Avenir, sauf opposition. Dans ce cas, la communication sera limitée au service de l'abonnement.

**Copyright Sciences et Avenir.**
Commission paritaire n° 0620K79712.
ISSN 2970-7420 Distribué par MLP.

PEFC 10-31-1557
Certifié PEFC
Ce produit est issu de forêts gérées durablement et de sources contrôlées.
pefc-france.org

Origine du papier : Allemagne
Taux de fibres recyclées : 0%
Eutrophisation : PTot = 0,018 kg/tonne de papier
Ce magazine est imprimé chez Roto France Impression, certifié PEFC

ACPM DIFFUSION

# Édito

LUMEZIA/GETTY IMAGES

## Ô Mnémosyne !

« Ô Mnémosyne, grande déesse, mère des Muses, je t'en supplie, fais en sorte que je me souvienne de l'endroit où j'ai mis mes clés ! » Je le parierais : quand un trou de mémoire vous saisit, vous n'invoquez pas la divinité grecque de la Mémoire. Il vous échappe plutôt un « Bon sang, mais qu'est-ce que j'ai bien pu faire de ces clés !? » Les Anciens avaient-ils tort de faire de la mémoire une puissance sacrée ? Entre autres merveilles, cette fonction cognitive complexe, à la fois intime et énigmatique, a le pouvoir magique de nous transporter dans des mondes révolus où nous retrouvons des proches disparus. À partir du passé, elle nous suggère des scénarios pour le futur. Tout en nous faisant, plus prosaïquement, retrouver nos clés !

Imaginer une vie sans souvenirs, c'est imaginer la mort. Ce n'est pas un hasard si la crainte d'être atteint de la maladie d'Alzheimer constitue l'une des angoisses les plus partagées : épargnant le corps, cette pathologie semble assassiner l'âme, ou du moins l'identité même de la personne qu'elle frappe. La retrancher du monde des vivants. Car tout vivant, même infime, même constitué d'une unique cellule – vous avez bien lu ! – possède une forme de mémoire : avec l'habitude, le célèbre blob, cet unicellulaire fascinant, « se souvient » qu'il peut passer sans dommage le pont de sel qu'il « pensait » nocif auparavant. Il est même possible de tromper la mémoire d'animaux plus proches de nous, telle la seiche, en induisant chez eux de faux souvenirs !

Mémoire malléable, perméable, parfois si vacillante. En psychologues perspicaces, des écrivains comme Proust, comme Borges, comme Ernaux, en ont montré les mécanismes bien avant les neuroscientifiques. Suffirait-il donc de relire l'épisode de la petite madeleine pour tout savoir de la mémoire ? Non, nous dit le neurospsychologue Francis Eustache. Car si, depuis une trentaine d'années, les processus mnésiques sont connus avec une précision inégalée, c'est que l'imagerie cérébrale vient compléter l'approche psychologique en dévoilant en direct les infinies modulations des réseaux de neurones qui constituent le substrat matériel de la mémoire. Ouvrant des pistes pour expliquer nos comportements ou soigner les amnésies.

La science précise aussi les ingrédients qui permettent d'avoir, selon le titre que nous avons choisi, une mémoire en pleine forme : exercice physique, sommeil et même gestuelle… Et passe au crible les pratiques de ces champions de la mémoire qui éblouissent plateaux télé et concours. Oubliez bachotage et surlignage. Grâce à nos conseils, entrez dans votre palais mental, utilisez le système majeur, lancez-vous des défis entre amis !

La mémoire n'est pas un stock d'informations qu'on pourrait externaliser sur le *cloud*. Au carrefour de toutes les fonctions cognitives, elle est la condition même de notre pouvoir d'agir. Face aux applications séduisantes tel ChatGPT, gardons le contrôle. Rendons à Mmémosyne ce qui lui est dû – qui n'est pas rien ! Et rendons-nous, à nous-mêmes, ce service d'exercer sans relâche nos talents mnémotechniques. Pas seulement pour réussir un examen ou vieillir en bonne santé cognitive : pour être, tout simplement, des humains plus libres, à la vie plus riche.

**FLORENCE LEROY**

Rencontre

## FRANCIS EUSTACHE

Neuropsychologue, directeur d'études à l'École pratique des hautes études

# « Un jeu complexe entre le présent et le futur, alimenté par le passé »

Pour ce pionnier de l'imagerie cérébrale, qui au cours d'une carrière exceptionnelle a vu les connaissances sur le domaine exploser, la mémoire, loin d'être un simple stock de souvenirs, est en permanence guidée par l'avenir.

**Vous travaillez depuis plus de trente ans sur la mémoire. Quelle définition en donneriez-vous aujourd'hui ?**
Pour parler de façon très générale, c'est un ensemble complexe de processus mentaux qui interagissent les uns avec les autres et rendent possibles l'encodage (l'enregistrement), la conservation, et la restitution – ou rappel – d'informations. Parmi celles-ci, il y a le souvenir, une construction singulière qui renvoie à un événement en théorie unique, vécu par un individu qui, lorsqu'il évoque cette représentation, a l'impression de revivre l'événement tout en sachant qu'il appartient au passé. Évidemment, un souvenir est plus qu'une information. C'est un trésor !

**Quels sont les autres types d'informations ?**
Par exemple des connaissances générales, fabriquées au fil du temps, sur le monde – la mémoire sémantique - mais aussi sur soi, ce qu'on appelle la sémantique personnelle. Cela renvoie à la question de l'identité : je me définis beaucoup plus par des connaissances générales que par des souvenirs. Mes souvenirs viennent en quelque sorte ponctuer mon identité. Le lien entre mémoire sémantique personnelle et souvenirs, c'est un peu comme ce gâteau qu'on appelle forêt-noire : les cerises seraient les souvenirs, posées sur le gâteau blanc et noir qui représenterait les connaissances ! À la nuance près que les souvenirs vont évoluer, sans disparaître totalement.

**La mémoire n'est donc pas un simple espace de stockage à l'identique ?**
Surtout pas. Quand j'évoque un souvenir, je le fais en résonance avec mon état d'esprit, mes projets, les personnes avec qui j'interagis… La mémoire est une série d'équilibres, conscients ou non, entre la véracité – je dois être proche de la réalité, sinon mon entourage ne me fera plus confiance – et la nécessité de puiser les éléments utiles en fonction de la situation et de mes objectifs, qui me projettent vers le futur. C'est un jeu complexe entre le présent et le futur, alimenté par le passé.

**Il y a encore d'autres types de mémoire ?**
Par exemple celle des savoir-faire – dite procédurale –, qui sont moins des représentations que des mémoires d'action, parfois très sophistiquées : faire du vélo ou conduire une voiture, mais aussi réaliser les gestes de l'artisan ou du sportif de haut niveau, très précis et qui se perfectionnent encore au fur et à mesure.
Et dans tout cela, il faut injecter la notion de temps, la différence entre les mémoires à long terme et la mémoire de travail. Celle-ci n'est pas simplement passive : les informations sont manipulées, selon divers processus complexes en lien avec notre raisonnement et les représentations à long terme.

**Et là, on a fait le tour de ce qu'est la mémoire ?**
Non ! Il manque notamment les interactions avec les mémoires collectives et sociales. Jusqu'à il y a une

> **« Je me définis bien plus par des connaissances générales que par des souvenirs. Ceux-ci viennent, en quelque sorte, ponctuer mon identité**

quinzaine d'années, les psychologues et les neuroscientifiques ne se préoccupaient que de la mémoire individuelle. Il a fallu attendre la fin des années 2000 pour voir émerger des travaux soulignant l'importance des relations sociales dans la mémoire, ce qu'on a qualifié de mémoire collective. Le psychologue américain Alin Coman a montré que dans un groupe, les prises de parole des uns et des autres influencent la mémoire de chacun des individus qui forment ce groupe. Cela me rappelle la réflexion de mon ami, aujourd'hui disparu, le philosophe Bernard Stiegler à qui je montrais des résultats d'imagerie cérébrale : « *C'est intéressant*, me disait-il avec un regard espiègle, *mais la mémoire n'est pas dans le cerveau, elle est entre les cerveaux.* » Quant à la mémoire sociale, elle transcende les individus et agit sur eux de haut en bas : au sein d'une culture, nous sommes baignés dans des connaissances qui nous viennent de notre famille, de l'école, des médias, des commémorations…

**Cela paraît assez évident…**

De fait… Le sociologue Maurice Halbwachs l'avait écrit il y a un siècle dans un livre merveilleux, *Les Cadres sociaux de la mémoire*. Il a compris que dans notre lien avec la mémoire, même totalement seuls, nous ne sommes jamais seuls. Quand vous encodez une information, vous l'encodez dans un certain contexte, spatial, temporel, certes, mais aussi social. Et quand vous rappelez cette information, vous avez toujours un destinataire, même si ce n'est que vous-même : vous rappelez avec un certain objectif, et cela change tout dans la représentation de l'objet mémoire.

Une autre dimension des études actuelles sur la mémoire concerne l'identité narrative : la ◆◆◆

## FRANCIS EUSTACHE

Directeur d'études à l'École pratique des hautes études (EPHE) depuis 2001, il a enseigné à l'université de Caen-Normandie où il a dirigé l'unité de recherche Neuropsychologie et imagerie de la mémoire humaine. Il a également été directeur du Centre d'imagerie et de recherches en neurosciences Cyceron, de 2012 à 2016. Depuis 2013, il est président du conseil scientifique de l'Observatoire B2V des mémoires. Il codirige, avec l'historien Denis Peschanski, le programme de recherche transdisciplinaire 13-Novembre, dont l'objectif est d'étudier la construction et l'évolution des mémoires après les attentats de novembre 2015.

**Parmi ses nombreux ouvrages :**

*Les Nouveaux Chemins de la mémoire*, avec Béatrice Desgranges, Alpha, 2024

*Mémoire et traumatisme*, avec Thierry Baubet et Denis Peschanski, Dunod, 2023

◆◆◆ mémoire évolue quelque part dans notre esprit/cerveau, mais elle s'exprime d'une certaine façon, ce qui est une autre affaire. Et il faut donc trouver des outils pour comprendre comment, à partir d'un récit, on peut accéder à des processus de fabrication de sens, de raisonnement autobiographique, et comment on peut aider une personne malade, ou qui vieillit, à se raconter.

Dans les recherches de mon équipe, ce qui nous anime aujourd'hui, c'est de tenir compte de ces différentes strates – individuelle, collective, sociale – et de la manière dont elles se nourrissent les unes les autres.

**Comment étudiez-vous ces enchevêtrements de mémoire ?**

Par exemple, en 2019, avec le chercheur en neurosciences Pierre Gagnepain et l'historien Denis Peschanski, nous avons réalisé une étude – publiée dans *Nature Human Behavior* – sur la mémoire individuelle et collective (on dirait aujourd'hui sociale) de la Seconde Guerre mondiale. Nous avons montré à de jeunes participants des photos légendées, plus ou moins emblématiques de la mémoire sociale de

> **« Il faut trouver des outils pour savoir comment aider une personne malade, ou qui vieillit, à se raconter**

la guerre. Deux jours plus tard, sous IRM, nous leur avons demandé de reconnaître des morceaux de phrases correspondant, ou non, à ce qu'ils avaient vu dans la première phase de l'étude. Eh bien, ils se souvenaient beaucoup mieux des items très marquants pour la mémoire française. De plus, nous avons vu s'activer plus spécifiquement leur cortex préfrontal dorso-médian, spécialisé dans la cognition sociale : leur mémoire était en quelque sorte façonnée par la mémoire sociale. Si l'on m'avait parlé dix ans auparavant de représentations cérébrales de la Seconde Guerre mondiale, si l'on m'avait dit qu'on pourrait montrer, dans le fonctionnement du cerveau, des indicateurs de ces liens entre mémoire sociale et souvenirs personnels, je n'y aurais tout simplement pas cru !

**Une piste que vous avez poursuivie avec le programme 13-Novembre que vous codirigez actuellement ?**

Les mémoires des attentats du 13 novembre 2015 s'écrivent depuis maintenant près de dix ans. L'une de nos études, qui s'appelle l'étude 1000, interroge à intervalles réguliers (2016, 2018, 2021, 2026), avec des entretiens filmés, mille personnes témoins, victimes directes, ou au contraire non impliquées dans les attentats. Les récits des participants sont soigneusement analysés, ce qui permet de comprendre comment ils évoluent au fil du temps. Parmi ces personnes, l'étude Remember étudie plus spécifiquement 200 participants, qui bénéficient de divers examens de neuropsychologie, de psychopathologie et de neuroimagerie. Quand nous avons mis en place ces études, en 2016, nous étions persuadés qu'elles allaient apporter des connaissances nouvelles sur le trouble de stress post-traumatique (PTSD). Comprendre comment ce bouleversement émotionnel perturbe la mémoire nous semblait indispensable pour aider les patients qui en souffrent (*lire aussi p. 44*).

Ce programme avait aussi pour objectif d'analyser le fonctionnement de la mémoire sociale : pour le 13-Novembre, on parle souvent des attentats du Bataclan. Et l'on oublie les victimes des terrasses de café, celles des abords du Stade de France… Cela a des retombées cliniques, car pour ces personnes, c'est un peu la double peine : il y a les victimes reconnues et les autres. Or l'ingrédient majeur de la résilience, c'est le soutien des proches, de la famille, et pour un événement à grande échelle, celui de la société tout entière.

**Vous avez été un des pionniers de l'utilisation de l'imagerie cérébrale pour étudier la mémoire. Qu'est-ce que cette technique a apporté ?**

Dans les années 1990, il y avait une sorte de dissonance entre des travaux psychologiques très riches, mais sans lien avec le cerveau, et l'imagerie cérébrale alors à ses débuts. Il fallait tenter de fusionner les deux, et de comprendre à la fois le fonctionnement du sujet sain et des pathologies cérébrales par ce double prisme.

J'ai vraiment vécu cela, parce que Cyceron, le centre d'imagerie de Caen que j'ai dirigé par la suite, a été l'un des dix premiers au monde. Ce furent les prémices de l'imagerie cognitive d'activation : une tâche est proposée à un sujet et l'imagerie permet de visualiser les différentes régions du cerveau impliquées. Mais dans nos premières expériences consacrées à la mémorisation, on ne « voyait » pas une petite zone du cerveau, l'hippocampe, alors qu'on savait depuis longtemps qu'elle joue un rôle majeur dans la mémoire. La raison, c'est que même sans rien faire de spécial, le sujet ne peut s'empêcher de mémoriser… Quand les méthodes se sont raffinées, nous avons retrouvé l'hippocampe !

En se perfectionnant, l'imagerie a permis par exemple une approche scientifique de la maladie d'Alzheimer et des maladies neurodégénératives et de ne plus parler de démence, de gâtisme.... C'est en cela que je n'ai jamais été d'accord avec mes collègues psychologues expérimentalistes qui considéraient que l'imagerie

cérébrale était simpliste et que c'était la méthode expérimentale de la psychologie qui survivrait. Même si j'acceptais les critiques et les simplifications outrancières de l'imagerie cérébrale, comme si l'on allait pouvoir « voir la mémoire »…

**Y a-t-il des personnes qui ont plus de mémoire ?**
Il y a certainement des différences interindividuelles, comme il y a des grands et des petits, liées à nos origines, notre alimentation quand on était enfant… Il y a vingt ou trente ans, par exemple, les femmes étaient davantage affectées par la maladie d'Alzheimer que les hommes, et l'on ne savait pas pourquoi. Mais cette différence s'est estompée par la suite parce qu'à un moment donné, parmi les personnes en âge d'être atteintes par la maladie, sont arrivées les petites filles nées après la guerre de 1914-1918 et qui étaient allées à l'école, contrairement à leurs mères. Or l'éducation joue un rôle protecteur majeur sur la mémoire.
Mais à côté de cela, il y a une autre réponse : c'est quoi, une bonne mémoire ? Est-ce celle du mnémoniste qui vous épate sur scène ? Celle de la personne qui a une grande culture générale ? Celle du commentateur incollable sur son sport préféré ? J'ai un collègue – excellent neurologue par ailleurs ! – qui connaît tous les horaires de train. Il dépasse l'Hexagone, vous pouvez lui demander les horaires du Milan-Paris…

**Le développement de l'intelligence artificielle, des écrans, risque-t-il de nous faire perdre la mémoire ?**
C'est un changement d'environnement majeur pour la mémoire, et pour la cognition tout entière. Le problème se pose surtout pour les enfants et les adolescents, qui n'ont pas connu autre chose. Pour les plus âgés, c'est plutôt stimulant d'avoir recours à l'ordinateur, qui permet de maintenir le contact avec la société.

**Mais physiologiquement, le cerveau est-il modifié ?**
La réponse est plus complexe qu'il n'y paraît. L'enfant ou l'ado qui, pendant les vacances, va passer huit heures par jour sur un écran, est-ce que cela aura un effet sur sa mémoire, sur sa cognition, ou plus généralement sur sa physiologie parce que qu'il grignote des cacahuètes et que, pendant ce temps, il ne va pas jouer au foot avec ses copains ? Il ne faut pas diaboliser, mais prendre conscience des problèmes. On sait déjà qu'il y en a pour la vue, car les écrans ont des effets négatifs sur les cellules de la rétine. Et le sommeil est perturbé ; or la consolidation des souvenirs se fait en grande partie pendant le sommeil.
Et puis, il y a un problème presque plus philosophique. La mémoire, si l'on revient aux définitions que l'on a données, c'est l'intrication de mécanismes qui permettent de former des contenus qui vont évoluer au fil du temps, en fonction de différentes contingences. C'est une fonction compliquée, et cette fonction, elle est dans notre tête. Même si elle se modifie en interaction avec les autres, au bout du compte, notre mémoire individuelle doit passer par nous. Votre libre arbitre, c'est vous. Mais si je délègue tout à des mémoires externes, en poussant à l'extrême, que reste-il de mes capacités de synthèse ? C'est un problème pour notre mémoire et même pour notre identité personnelle. Les réseaux sociaux changent la façon dont se construisent les mémoires collectives, les interactions. Et si l'on n'y prend pas garde, l'intelligence artificielle va continuer le travail de sape de notre mémoire.
Ce qui guide la mémoire, ce qui l'amplifie, c'est la projection dans le futur, un futur plausible. Nombre d'études montrent qu'elle est aujourd'hui moins présente, notamment du fait de l'éco-anxiété, qui peut faire baisser les bras. Mais celle-ci peut aussi donner envie de changer le monde, de le protéger, de s'engager. Le philosophe Henri Bergson l'écrivait déjà à propos de la mémoire : *« Il faut pouvoir s'abstraire de l'action présente, il faut savoir attacher du prix à l'inutile, il faut savoir rêver. »* Soyons positifs, rêvons du futur !

**PROPOS RECUEILLIS PAR FLORENCE LEROY ET VINCENT REA**
**PHOTOS : CYRIL ENTZMANN/DIVERGENCE POUR SCIENCES ET AVENIR**

**« Ce qui amplifie la mémoire, c'est la projection dans le futur. L'envie de changer le monde, de s'engager… »**

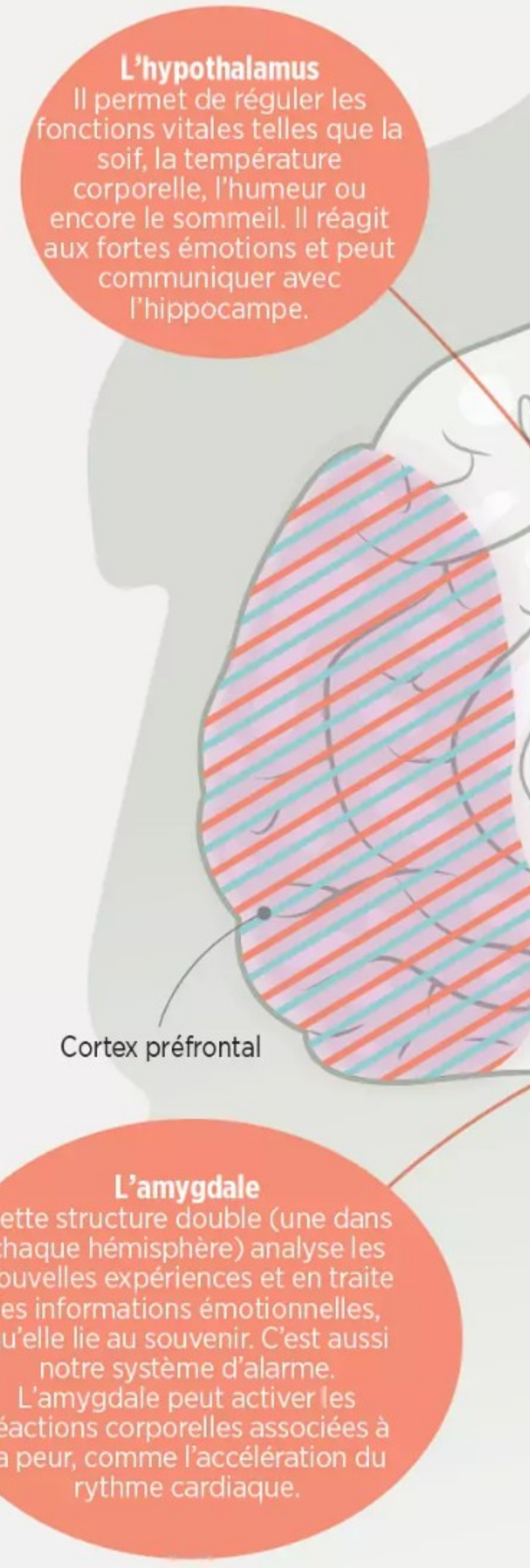
Pages réalisées par Marie Parra
Infographies : Bruno Bourgeois

# Un cerveau fait pour se rappeler

Fonction cérébrale complexe, comme le langage ou les émotions, la mémoire n'est pas unique : il en existe plusieurs types, qui font jouer en interaction de multiples processus mentaux et mécanismes neuronaux.

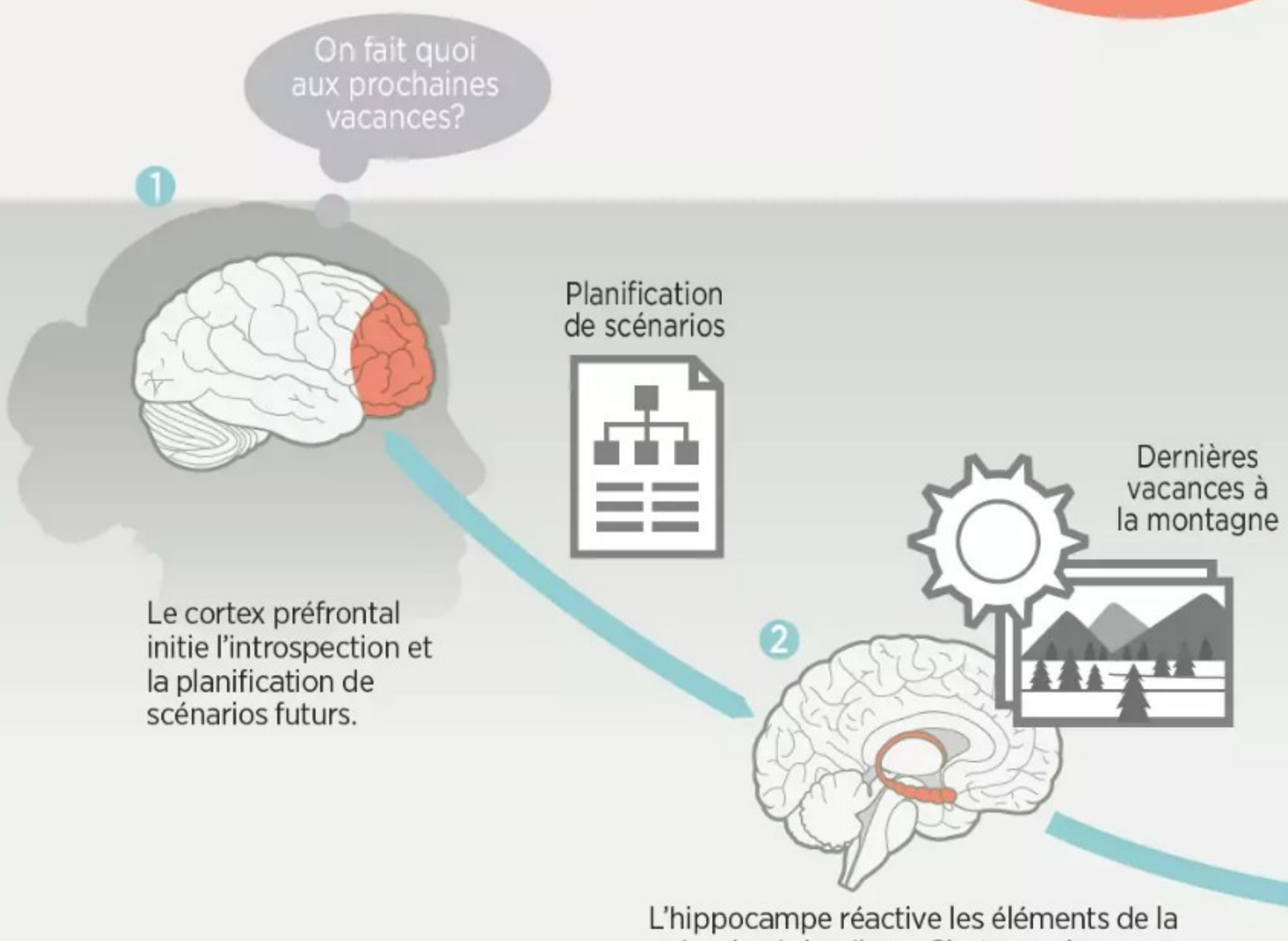
## Mémoire à cinq branches

**Du point de vue cérébral, la mémoire est un véritable réseau, dans lequel chaque type de souvenir emprunte un circuit privilégié qui mobilise différentes aires et structures. Il existe cinq catégories de souvenirs. La mémoire de travail est une mémoire à court terme : elle permet, par exemple, de retenir les étapes d'une recette le temps de la réaliser. L'hippocampe et ses voisins sculptent la mémoire épisodique, celle de nos expériences vécues, tandis que le cortex temporal stocke nos connaissances générales, c'est la mémoire sémantique. Les habitudes et les apprentissages tels que faire du vélo s'ancrent quant à eux dans le cervelet et sont les piliers de la mémoire procédurale.**



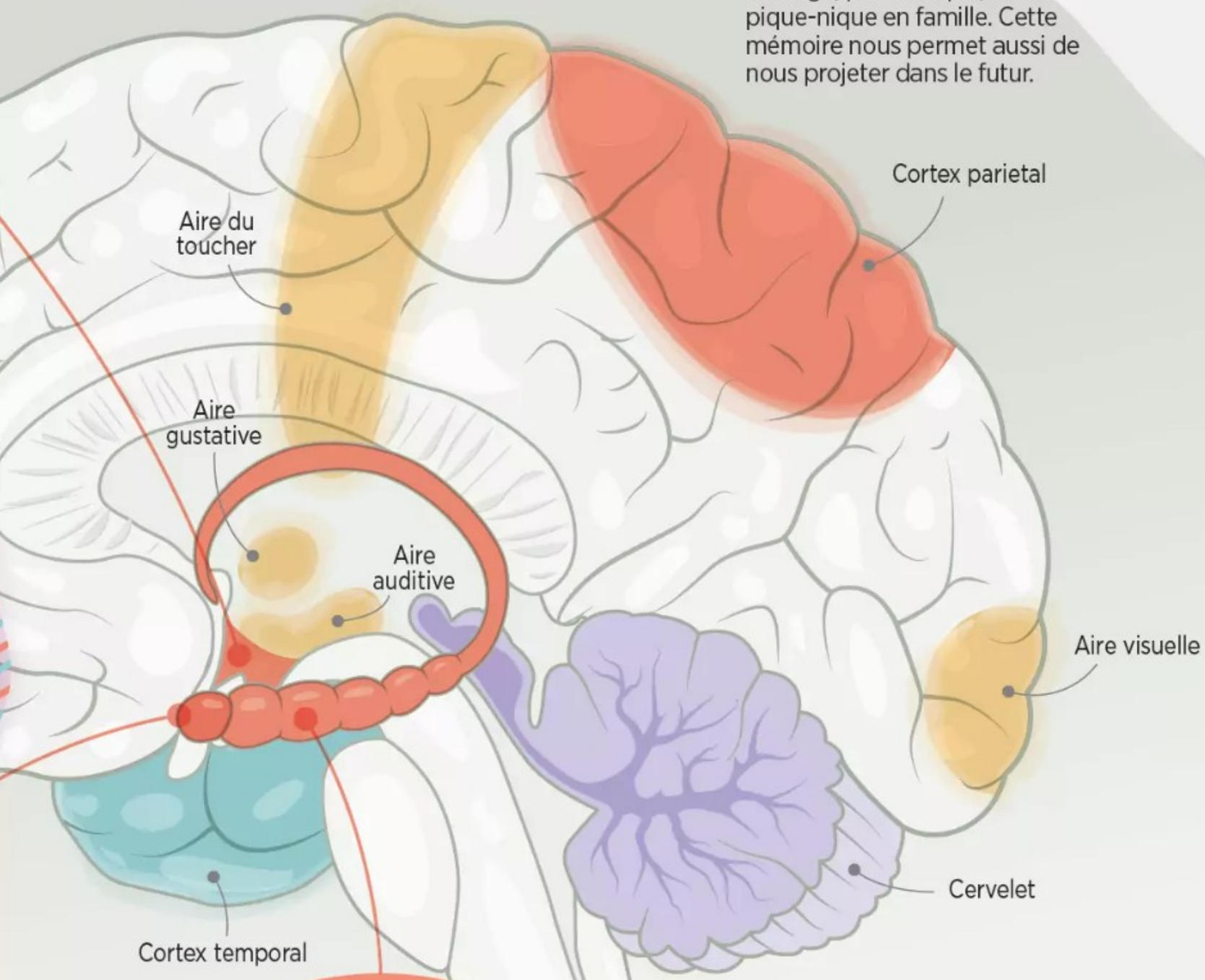

## Revivre hier pour imaginer demain

**Les souvenirs ne sont pas de simples fenêtres vers le passé. Ils nous permettent aussi d'échafauder des scénarios mentaux et de les tester. Grâce à cette « mémoire du futur », on peut se projeter, laisser libre cours à notre créativité, prendre des décisions en pesant le pour et le contre ou encore planifier ses vacances. Elle fait appel aux mêmes aires que celles impliquées dans la remémoration des souvenirs.**



### La mémoire sensorielle
***Mémoire à court terme***
Aussi appelée mémoire perceptive, elle est liée à la perception de nos cinq sens. Elle nous permet de reconnaître les visages, les voix ou les goûts. Grâce à elle, on peut aussi exécuter plusieurs tâches à la fois.

### La mémoire épisodique
***Mémoire à long terme***
C'est celle de nos souvenirs personnels. Elle rassemble le contexte de nos expériences passées ainsi que les émotions qu'elles ont suscitées. Un mariage, par exemple, ou un pique-nique en famille. Cette mémoire nous permet aussi de nous projeter dans le futur.




**L'hippocampe**
Il est divisé en deux formations, une dans chaque hémisphère. C'est le chef d'orchestre de la mémoire. C'est là que transitent tous les souvenirs avant qu'ils soient enregistrés dans le néocortex. Sa force ? Il garde une trace de chacun d'eux et peut donc les rappeler.

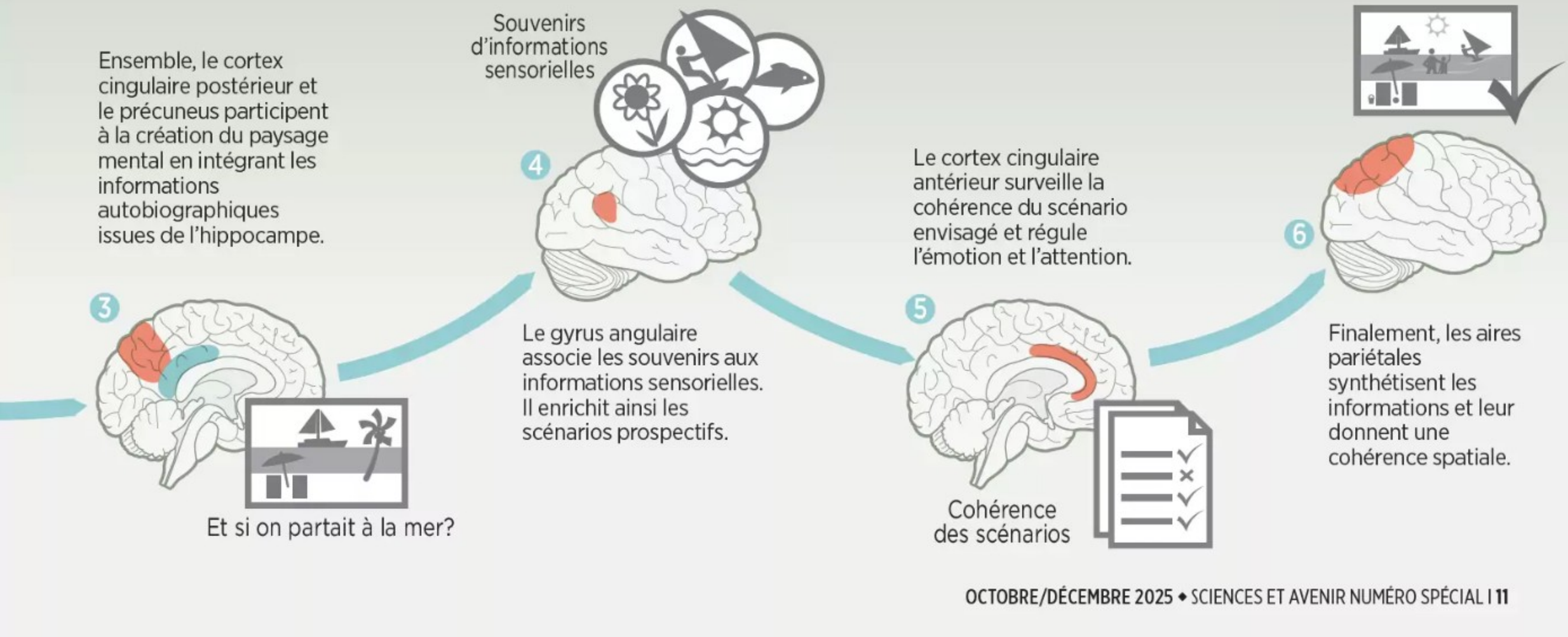
### La mémoire procédurale
***Mémoire à long terme***
Elle est liée aux savoir-faire et aux habitudes. C'est une mémoire à long terme qui permet la motricité automatique, comme la marche, le vélo ou savoir jouer d'un instrument. Elle est inconsciente et mobilise le cervelet.

## Et aussi...

**Mémoire implicite**
La mémoire implicite, ou « non déclarative », ne demande pas d'effort conscient lors du rappel (réactivation du souvenir). Elle comprend notamment la mémoire procédurale.

**Mémoire explicite**
On parle de mémoire déclarative ou explicite quand le rappel est volontaire et conscient, exprimable par le langage. Elle regroupe la mémoire épisodique et la mémoire sémantique.

**Les sous-systèmes de la mémoire de travail**
La mémoire de travail repose sur plusieurs systèmes de stockage court, fonctionnant en interaction les uns avec les autres :
- **le calepin visuo-spatial,** qui conserve et manipule les informations visuelles et spatiales ainsi que les images mentales ;
- l**a boucle phonologique**, qui est un mécanisme de répétition mentale d'informations verbales, qui permet de prolonger leur conservation ;
- **le tampon, ou buffer épisodique**, qui intègre et stocke temporairement les informations provenant de différentes sources, sensorielles et épisodiques. À partir de ces combinaisons, il crée une représentation complexe. C'est une mémoire tampon entre mémoires à court terme et à long terme ;
- **l'administrateur central,** qui s'assure de la coordination de ces trois systèmes de stockage et gère le passage des informations vers les mémoires à long terme.

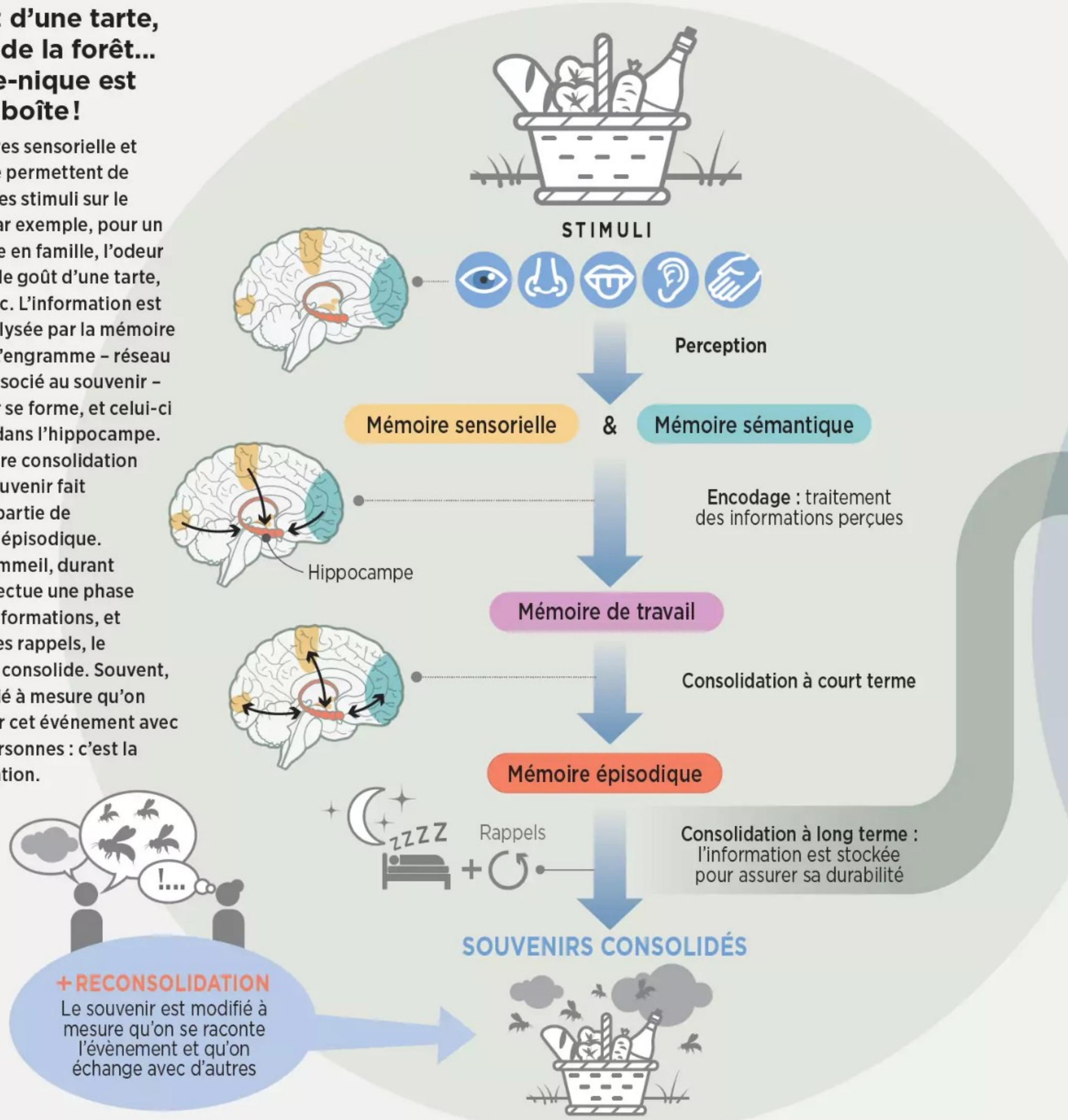


# Dans la fabrique des souvenirs

Consciemment ou non, nous percevons chaque jour des milliers d'informations. La plupart ne dépassent pas notre mémoire de travail. Mais les plus importantes ou curieuses subissent un traitement plus profond, aboutissant à un souvenir qui sera par la suite retravaillé à chaque évocation.

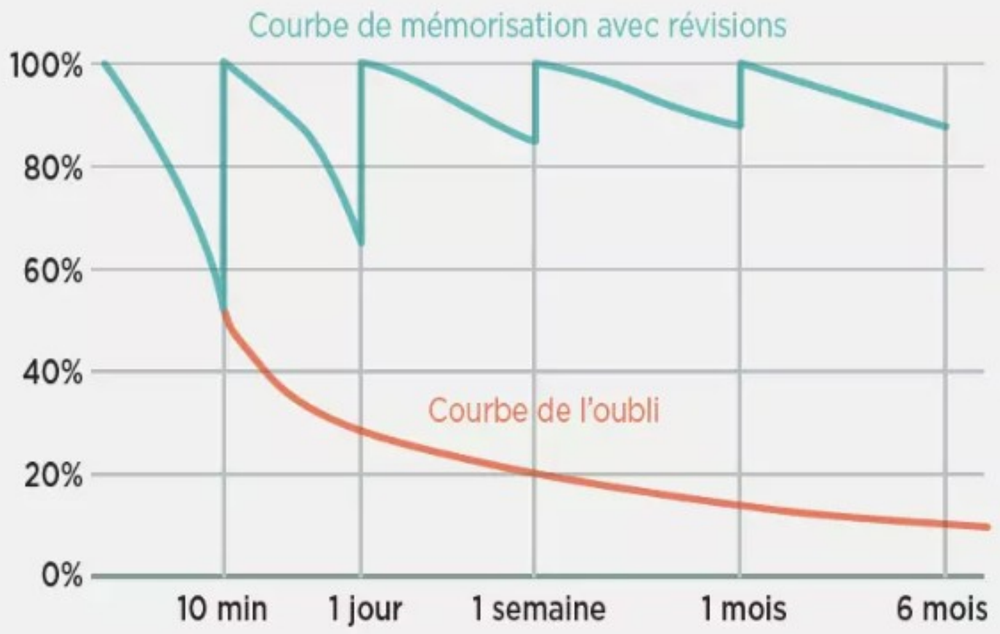
## Le goût d'une tarte, l'odeur de la forêt… le pique-nique est dans la boîte !

Les mémoires sensorielle et sémantique permettent de percevoir des stimuli sur le moment. Par exemple, pour un pique-nique en famille, l'odeur de la forêt, le goût d'une tarte, une voix, etc. L'information est ensuite analysée par la mémoire de travail. L'engramme – réseau neuronal associé au souvenir – du souvenir se forme, et celui-ci est indexé dans l'hippocampe. Une première consolidation a lieu : le souvenir fait désormais partie de la mémoire épisodique. Après le sommeil, durant lequel s'effectue une phase de tri des informations, et à mesure des rappels, le souvenir se consolide. Souvent, il est modifié à mesure qu'on échange sur cet événement avec d'autres personnes : c'est la reconsolidation.



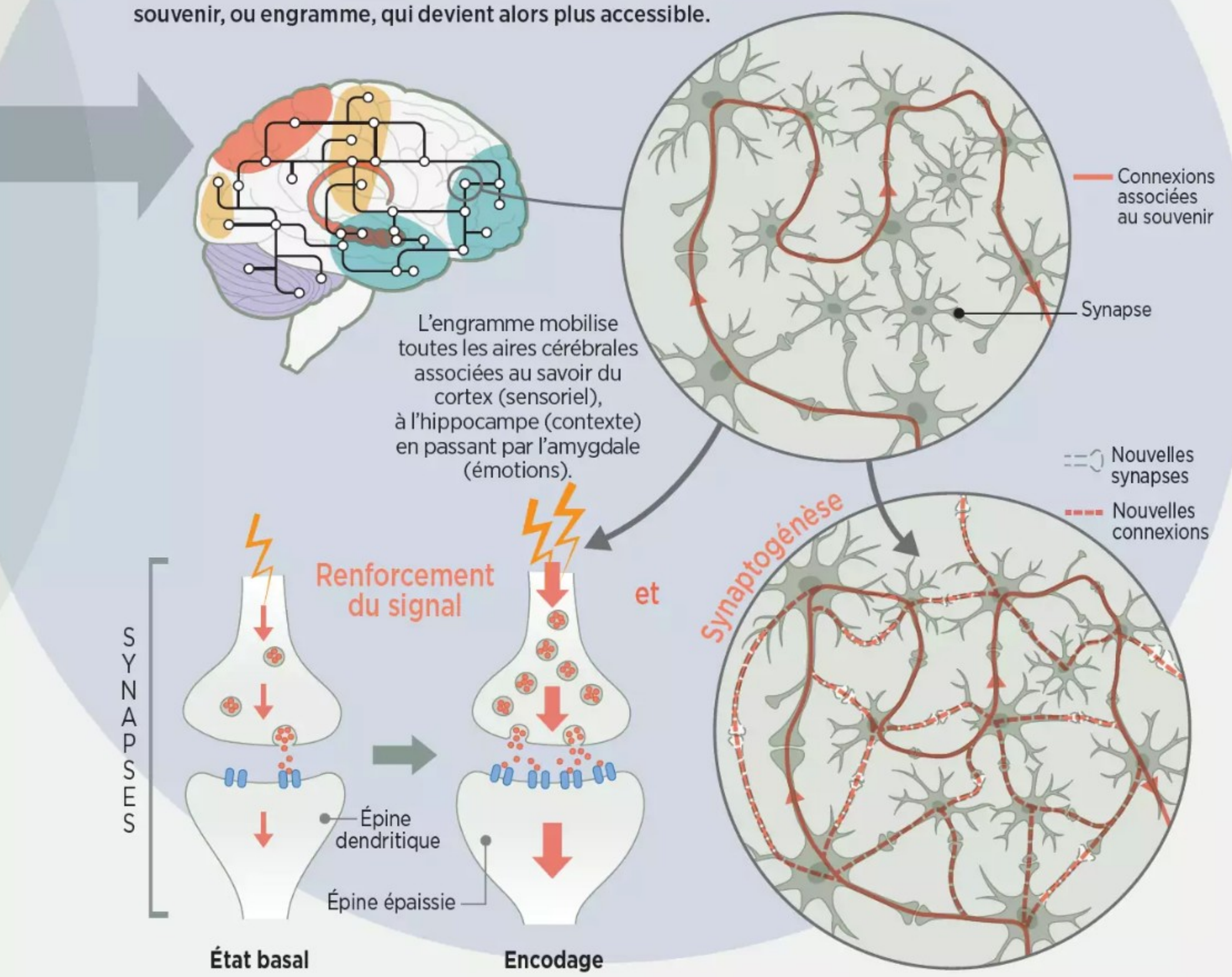
## Oublier… ou pas

En 1885, le psychologue allemand Hermann Ebbinghaus publie la « courbe de l'oubli ». Elle met en évidence l'importance de la répétition dans le processus de mémorisation. D'après Hermann Ebbinghaus, environ 50% des connaissances sont mémorisées lors du premier apprentissage. Une seconde répétition rapprochée porte le taux de mémorisation à près de 65%. Puis, d'autres répétitions plus espacées dans le temps aboutissent à un apprentissage durable et complet.




## Réseaux renforcés, souvenir consolidé

La consolidation du souvenir est un changement structurel et fonctionnel qui s'opère au sein d'un réseau de neurones. Elle repose sur deux processus clés. D'une part, la formation de nouvelles connexions, ou synapses, entre les neurones liés à une expérience. C'est la synaptogenèse. D'autre part, le renforcement des connexions existantes : on parle de plasticité synaptique. Elle se traduit par la formation de nouveaux neurones (voir p. 15) et la multiplication des neurotransmetteurs, molécules chimiques véhiculant le message, et des neurorécepteurs, qui les accueillent, au sein des synapses. Cette augmentation se traduit par un grossissement de la partie inférieure de la synapse appelée « épine ». Ces mécanismes renforcent la trace du souvenir, ou engramme, qui devient alors plus accessible.




## En chiffres

**1 pétaoctet**
**(soit 1 million de gigaoctets)**
C'est la capacité de « stockage » de notre cerveau.

**86 milliards**
Nombre estimé de neurones dans un cerveau humain.

**20 watts**
Puissance continue générée par le cerveau (l'équivalent d'une petite ampoule).

Dans le cerveau, l'information circule à
**300 km/heure**

En moyenne, notre mémoire de travail peut retenir
**7 éléments**
(plus ou moins 2) simultanément pendant quelques secondes.

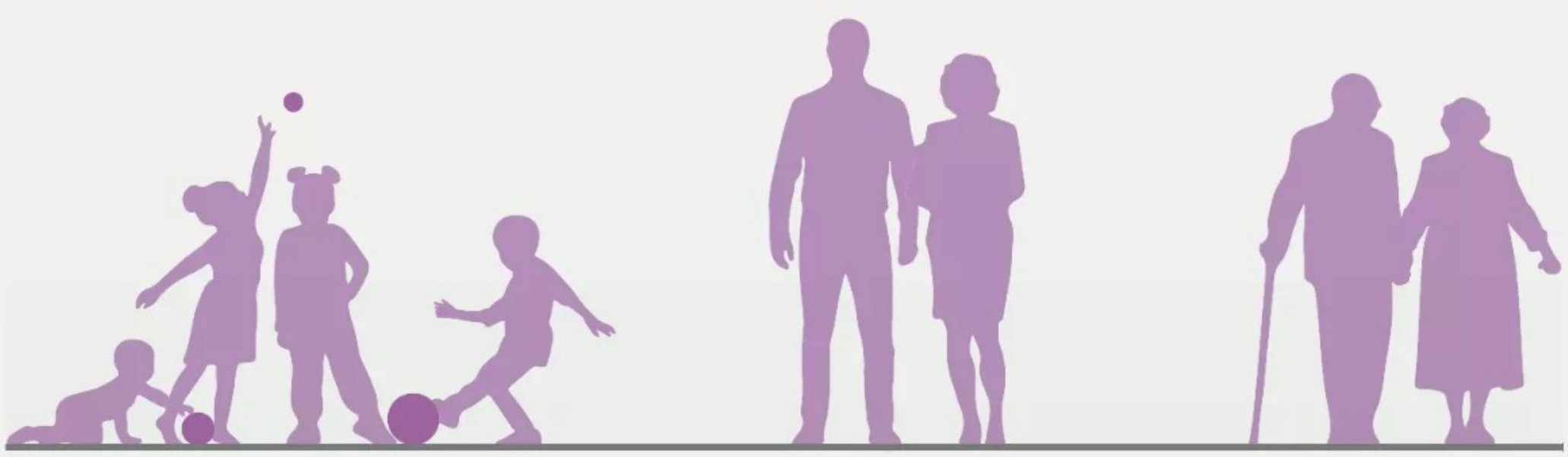
**3 420**
**chiffres binaires récités après 30 minutes d'apprentissage**
C'est la performance du champion français de la mémoire Sylvain Arvidieu en 2024 (médaille d'argent).

**5 000**
C'est le nombre moyen de visages qu'on peut retenir au cours d'une vie.

Il existe
**26 tailles**
de synapses. différentes.

# En perpétuelle évolution

De la croissance du fœtus à la vieillesse, la mémoire se modifie tout au long de la vie. Le cerveau ne cesse de se transformer pour accueillir de nouveaux souvenirs, faisant de chacun un individu à nul autre pareil !



AU DÉBUT DE LA VIE

## Tout commence... *in utero*

La mémoire est mobilisée dès avant la naissance : c'est ainsi que les voix de ses parents sont familières au bébé, par exemple. Dès les premiers mois, la mémoire procédurale s'active : on apprend à utiliser une cuillère, à marcher, etc. La mémoire épisodique et la mémoire sémantique se développent quant à elles entre 3 et 5 ans. Durant les trois premières années de vie, les connexions neuronales se multiplient et créent un réseau efficace. Le développement de la mémoire repose sur cette densification, en particulier sur la maturation de deux régions essentielles à la construction des souvenirs : l'hippocampe et le cortex préfrontal. Au fils du temps, la mémoire devient plus précise. L'enfant est alors capable de différencier des expériences similaires.

À L'ÂGE MÛR

## Le temps des visages

Le cerveau n'est pas figé, loin de là. Ses connexions se modifient : des synapses continuent de se créer, en réponse à de nouvelles activités par exemple. Dans l'hippocampe, de nouveaux neurones sont créés tout au long de la vie, même si le rythme de cette neurogenèse ralentit. Une partie du cerveau est même en expansion : le gyrus fusiforme. Cette aire du cortex est active dans la reconnaissance des visages.

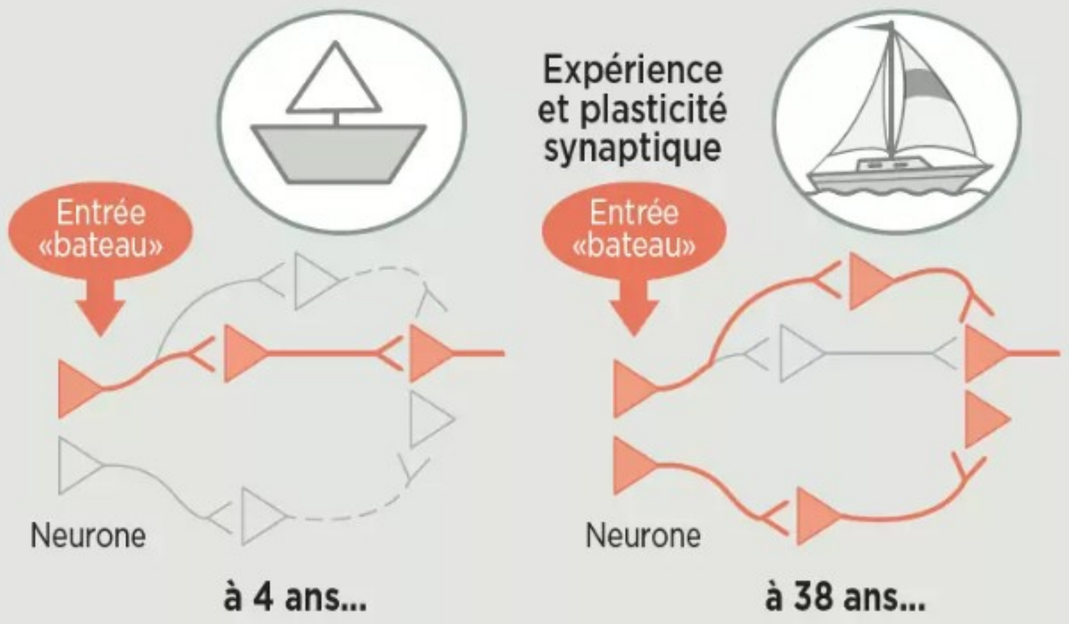
PERSONNES ÂGÉES

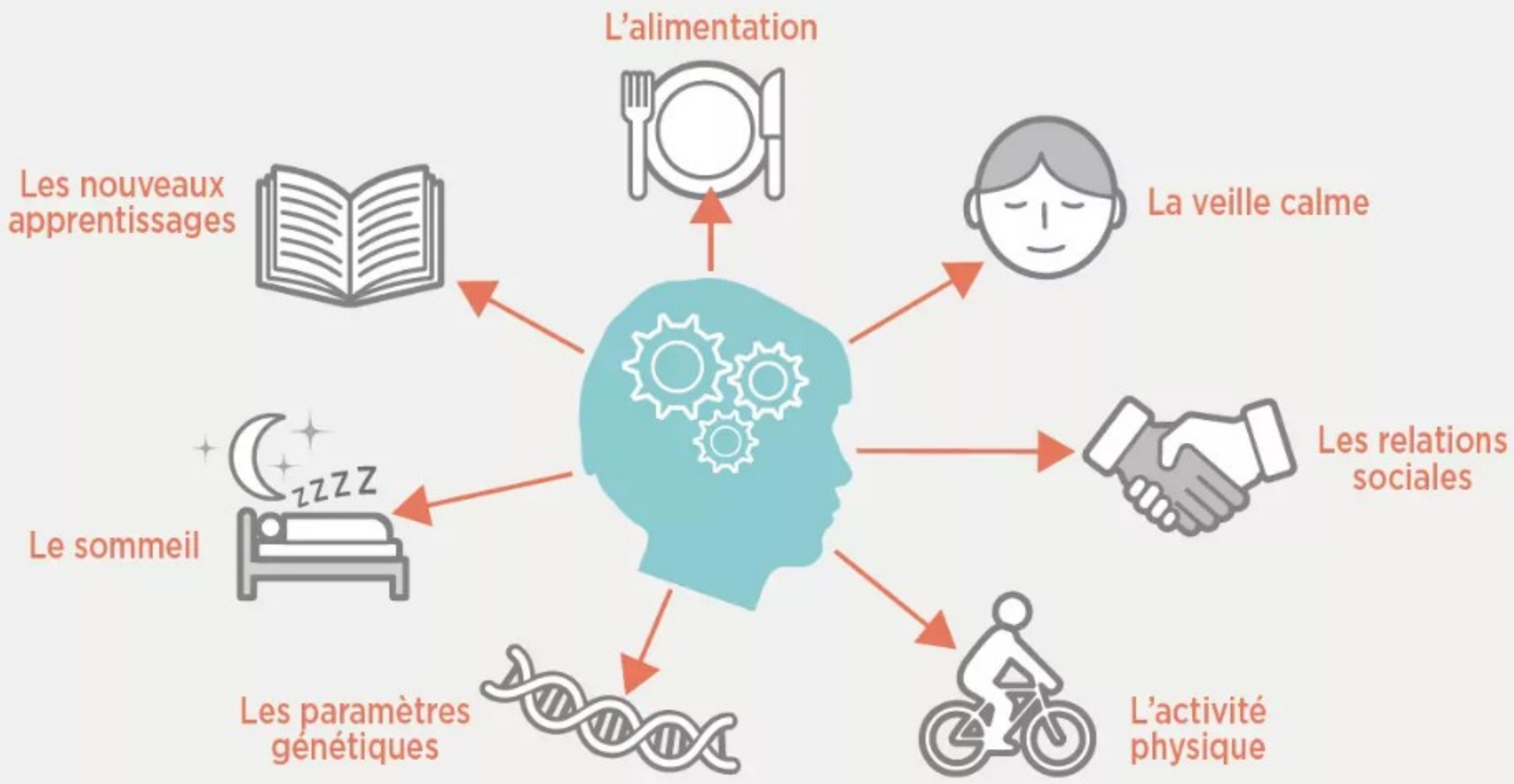
## Bouger, penser...

Le vieillissement normal entraîne des modifications progressives des capacités mnésiques, sans forcément impliquer de pathologie, et avec une très grande variabilité entre les individus. Avec l'âge, la vitesse de traitement de l'information est moindre et on a plus de mal à se rappeler certains souvenirs, quand on ne dispose pas d'indices notamment. Ce n'est pas directement la mémoire qui est défaillante, mais les aides à la mémoire, le chemin d'accès en quelque sorte. Cet obstacle s'explique par une fragilisation du cortex préfrontal. Les personnes âgées peuvent aussi avoir plus de difficulté à récupérer des souvenirs récents. C'est la capacité d'attention qui peut être en cause. Il est plus difficile de rester concentré, ce qui entraîne une consolidation moins efficace du souvenir. Toutefois, ce déclin n'est pas inévitable : la diversité des activités et l'hygiène de vie permettent de préserver ces fonctions.

## Le bateau des petits n'est pas celui des grands

**Avec l'âge, la perception du monde qui nous entoure évolue, et, avec elle, les groupes de neurones sollicités par notre mémoire. Quand on se remémore un souvenir personnel ou un apprentissage, un réseau de neurones est réactivé. Le mot « bateau », par exemple, peut évoquer chez l'enfant un jouet ou encore un dessin, alors que sa conception s'enrichit quand on devient plus grand : on imagine le bateau sur lequel on est partis en vacances, peut être le maniement des voiles, le bruit du moteur ou les îles qu'il nous a permis de visiter... Ces évocations supplémentaires sont autant de nouvelles connexions qui apparaissent tout au long de la vie, alors que d'autres sont éliminées.**



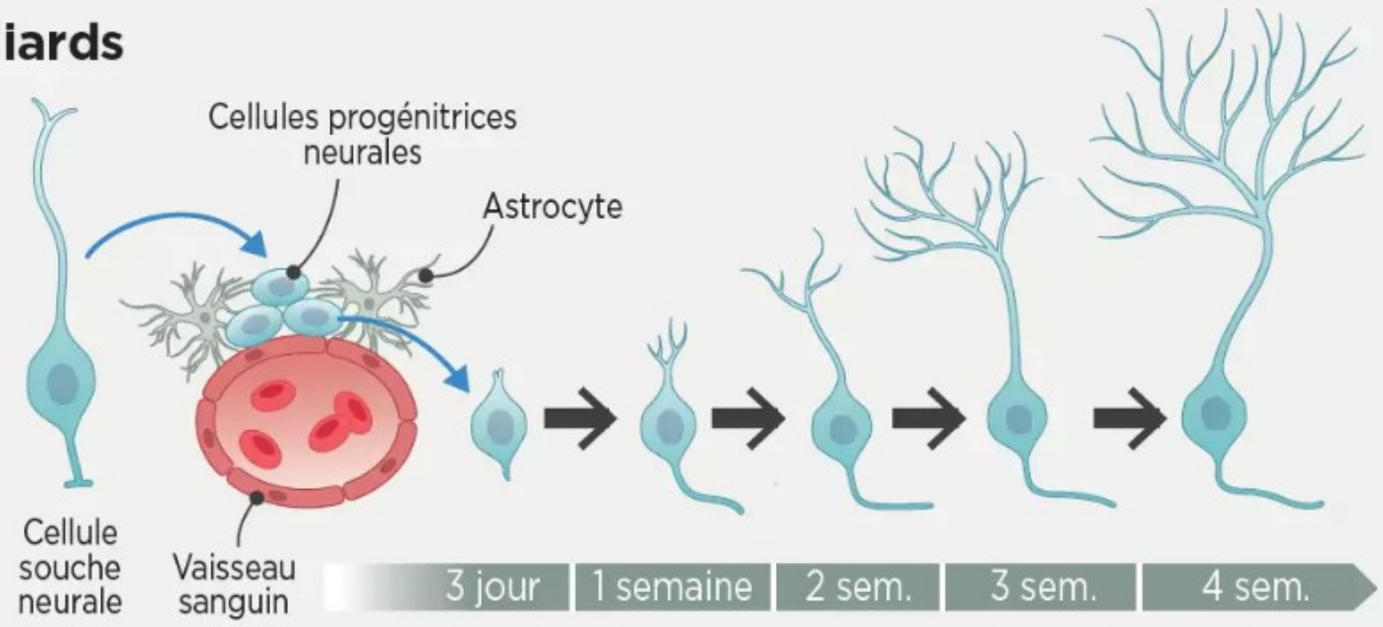



## Cerveau sous influences

De nombreux paramètres influent sur la qualité de l'encodage et l'accessibilité du souvenir : des facteurs génétiques, l'attention, l'hygiène de vie dont une alimentation équilibrée et une activité physique régulière, l'environnement, etc. Une forte émotion accroît par exemple la probabilité de consolidation du souvenir. Plusieurs expériences ont également montré que le sommeil améliorait la qualité de la mémorisation. Pendant la nuit s'opère un tri essentiel : le cerveau rejoue les souvenirs de la veille et initie à la fois l'ancrage des expériences vécues et l'oubli des informations inutiles. Une bonne hygiène de vie et une attention particulière au sommeil sont donc fondamentales pour prévenir les déficits de la mémoire.

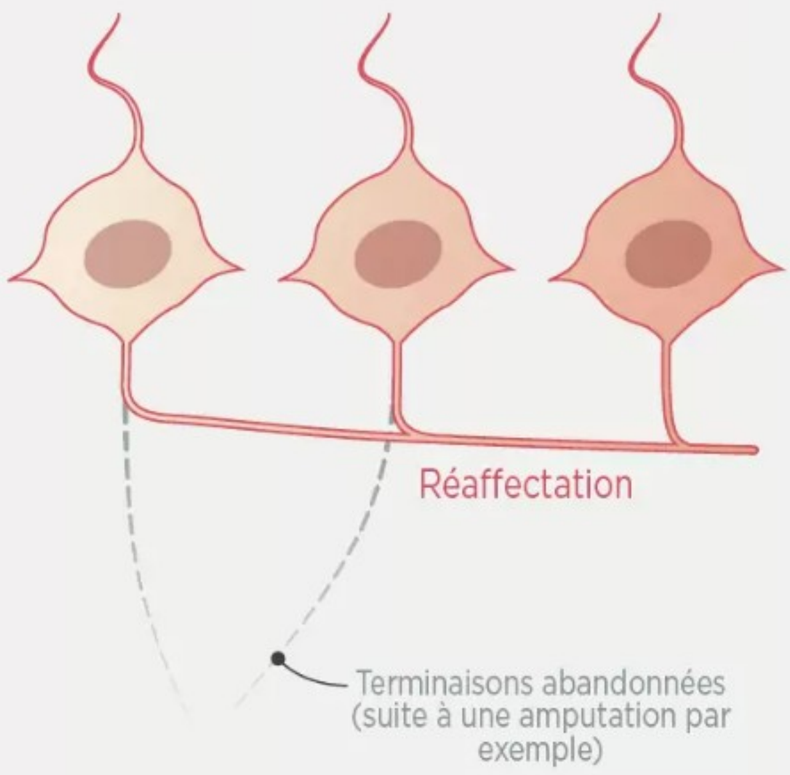
## Produits par milliards

Le cerveau continue de produire des neurones tout au long de la vie ! C'est la neurogenèse. Elle est essentielle au développement du cerveau pendant la vie embryonnaire, mais elle se poursuit aussi chez l'adulte dans certaines régions cérébrales. Les cellules souches neurales se différencient en cellules progénitrices, qui évoluent à proximité de vaisseaux sanguins et d'astrocytes, cellules soutien des neurones. Les cellules progénitrices y prolifèrent et se différencient en neuroblastes. Elles peuvent migrer, puis entrent dans un processus de maturation : leurs extrémités s'accroissent, des connexions se forment … jusqu'à ce qu'ils deviennent des neurones matures, au bout de quatre semaines.




## Flexibilité tous azimuts

Tout au long de la vie, les connexions au sein du cerveau évoluent en réponse à des expériences, des apprentissages ou des lésions. Une étude sur des chauffeurs de taxi londoniens a montré que leur hippocampe, région clé de la mémoire spatiale, est plus développée, preuve que leur cerveau évolue en fonction de l'usage de compétences spécifiques. On peut aussi constater cette réorganisation cérébrale quand il y a une perte de fonction. Chez les personnes amputées, par exemple, certains neurones assignés au membre en question sont réaffectés à d'autres membres ou organes sensoriels. Les connexions sont remodelées : certaines sont détruites et de nouvelles apparaissent. La zone du cortex dédiée au membre disparu ne reste pas inactive : les circuits voisins récupèrent progressivement ses neurones.



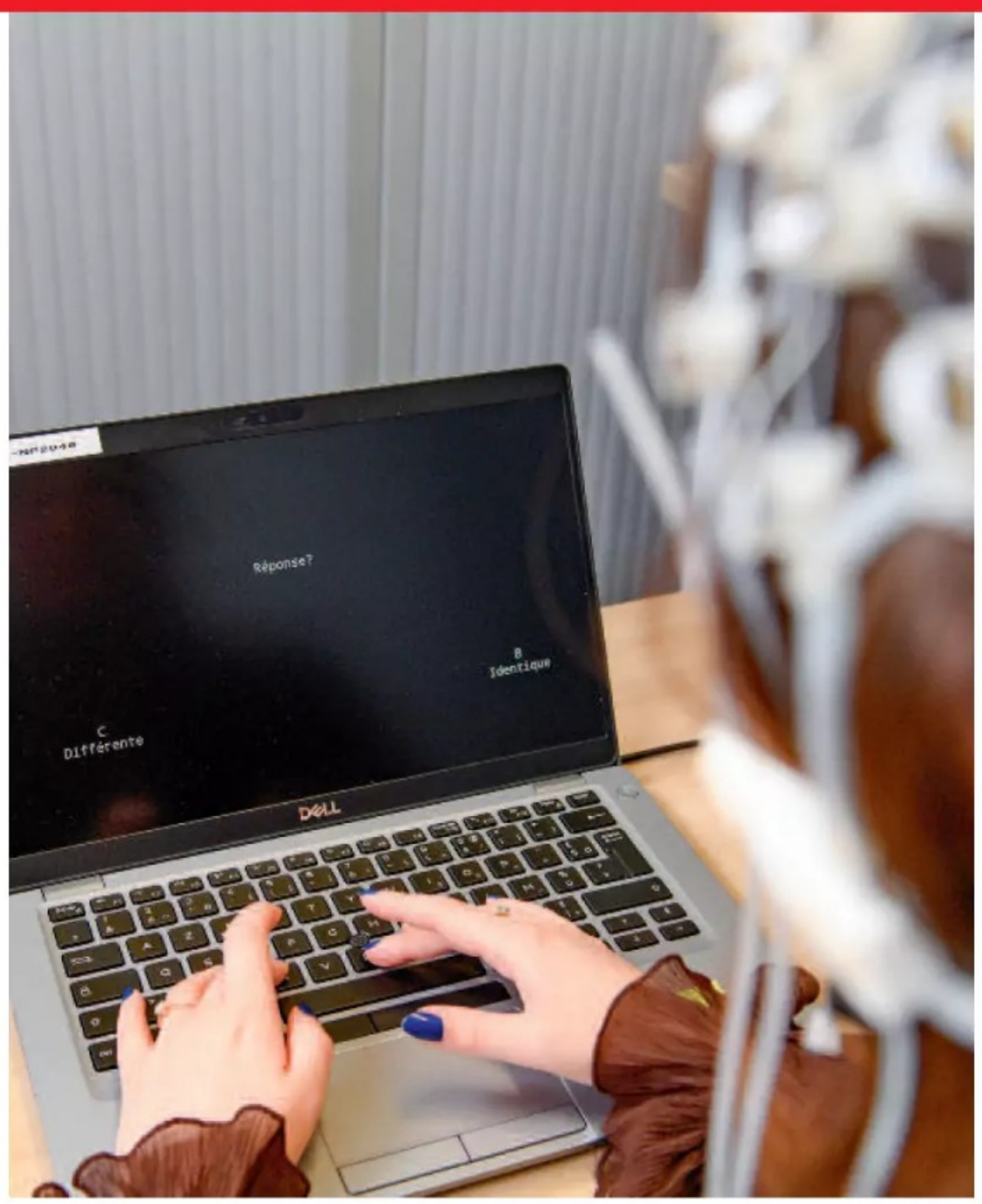

# Pionniers de science

**Au commencement, les philosophes…**
Ils sont les premiers à proposer des conceptions de la mémoire, dès l'Antiquité. Pour Platon, la mémoire, telle une tablette de cire molle, ne fait que conserver les informations fournies par les sens.

**Puis les premiers psychologues…**
À la fin du XIXe siècle apparaît la psychologie scientifique. L'Allemand Hermann Ebbinghaus applique le premier les méthodes expérimentales à la mémoire et introduit les notions d'encodage, rappel et récupération. En France, Théodule Ribot publie en 1881 le premier ouvrage sur les pathologies de la mémoire. Le philosophe Henri Bergson distingue mémoire habitude, située dans le cerveau, et mémoire pure, appréhendée par l'âme. Son collègue allemand Edmund Husserl isole souvenirs à long et à court termes, reliés par la « rétention », concept proche de la mémoire de travail.

**Et les psychologues cognitifs…**
Dans les années 1960, après un demi-siècle dominé par le behaviorisme qui simplifie les fonctions cognitives selon un modèle stimulus-réponse, le cognitivisme, qui conçoit la pensée comme un traitement d'information, se concentre sur les pathologies, notamment l'amnésie. Des modèles généraux de la mémoire sont proposés, et des concepts se mettent en place : mémoire épisodique (Endel Tulving), mémoire de travail (Alan Baddeley). Les objets étudiés se complexifient : mémoire autobiographique puis mémoire collective et sociale.

**Aujourd'hui, l'ère de l'imagerie**
Depuis les années 1990, neuroscientifiques et psychologues cognitifs unissent leurs approches respectives.




# LE CERVEAU EN ACTION… ET EN IMAGES

**À l'université de Caen Normandie, une unité de l'Inserm est entièrement dédiée à l'étude de la mémoire. À l'aide d'entretiens, de tests et d'appareils d'imagerie cérébrale, ses chercheurs tentent notamment d'éclairer notre rapport au temps. Nous les avons suivis.**

Étudiante en droit, Fiona (son prénom a été modifié) s'installe dans le bureau de la neuropsychologue Léa Coquerel, à l'unité mixte de recherche 1077. Elle participe au projet Times, une étude qui porte sur la mémoire temporelle : comment percevons-nous et mémorisons-nous le temps ? Nos performances s'affaiblissent-elles avec l'âge ? Ce laboratoire mixte Inserm-université de Caen Normandie-École pratique des hautes études, situé sur le campus de la fac de médecine caennaise, est, avec le centre Magendie, à Bordeaux, l'un des hauts lieux de l'étude de la mémoire en France. Ici, on l'explore sous toutes ses coutures depuis plus de vingt ans : « normale » comme celle de Fiona, pathologique (maladie d'Alzheimer, amnésies, trouble de stress post-traumatique [TSPT], etc.), individuelle ou collective.

À quelques encablures de l'unité 1077, où sont réalisés les bilans neuropsychologiques et les

EEG (électroencéphalogrammes), la plateforme Cyceron offre aux chercheurs l'accès à de puissants imageurs : IRM (imagerie par résonance magnétique) pour visualiser les zones du cerveau activées lors de la réalisation d'une tâche – de mémoire, par exemple – et TEP (tomographie par émission de positons) ou PET-scan pour voir les échanges de neurotransmetteurs – les messagers chimiques – entre les neurones. Dans un bâtiment voisin appartenant au CHU Caen Normandie, la psychologue Laura Charretier a mis au point avec le service de psychotraumatologie un livret d'information sur le TSPT. *« Grâce à ce lien avec la clinique, nous balayons le champ d'étude de la mémoire, du fondamental au développement d'outils d'aide à la décision pour les soignants »*, se félicite Francis Eustache, qui a dirigé l'unité 1077 de 2002 à 2021 avec Béatrice Desgranges avant d'en céder les rênes à Hervé Platel, spécialiste des liens entre mémoire et musique.

Aujourd'hui, ce sont donc les énigmes de la mémoire temporelle qui sont scrutées par le projet Times, lancé en décembre 2024 par le chercheur Inserm Thomas Hinault qui a rejoint l'unité 1077 fin 2019. Car qui n'a jamais oublié un rendez-vous, ou bien sous-estimé la durée nécessaire pour s'y rendre ? Ces erreurs posent en creux la question de notre rapport au temps, une question qui taraude le chercheur depuis ses études. *« Le cerveau fonctionne de manière temporelle : pour accomplir une tâche cognitive, il synchronise l'activité de groupes de neurones, à un rythme plus ou moins rapide. Or ce fonctionnement détermine la manière dont nous percevons et mémorisons le passage du temps. Pourtant, lors des consultations qui évaluent les troubles de la mémoire, la seule question de nature temporelle porte sur la date du jour. Le temps a été oublié par les études sur la mémoire »*, observe le scientifique, qui entend bien remédier à cette carence avec Times. D'autant que *« notre capacité à évaluer la durée d'un événement passé ou à le placer sur notre frise temporelle diminue avec l'âge »*. Thomas Hinault cherche à comprendre pourquoi. Car quand la mémoire temporelle flanche, on oublie peu à peu des actes de la vie quotidienne (manger, prendre des médicaments, aller chercher ses petits-enfants…), et l'on finit par perdre son autonomie. Avec l'augmentation de la longévité, ce déclin devient un enjeu de santé publique.

Fiona fait partie du groupe contrôle de Times, des jeunes âgés de 20 à 35 ans, sans problème de santé. Leurs performances cognitives et leurs images cérébrales seront comparées à celles du groupe cible, 80 personnes de 60 à 85 ans, en bonne santé elles aussi. Pour la première ◆◆◆

**Le projet Times,** lancé en décembre 2024 et dirigé par Thomas Hinault (à l'extrême gauche), a pour objectif d'étudier la manière dont nous percevons et mémorisons le temps. Les participants sont soumis à différentes tâches cognitives. Tandis qu'ils accomplissent certaines d'entre elles, leur cerveau est scruté par électroencéphalographie (à gauche), IRM (ci-dessus) ou PET-scan (doubles pages suivantes). La synthèse des résultats d'imagerie obtenus par IRM permettra de déterminer quelles zones du cerveau s'activent à tel ou tel instant de la tâche, et avec quelle intensité. *Les scènes photographiées sont issues d'une reconstitution.*

◆◆◆ partie de l'étude, qui comporte deux séances, tous suivront le même protocole. Ainsi, avant son entretien avec Léa Coquerel, Fiona s'est d'abord retrouvée au centre Cyceron, aux côtés de Paul, 70 ans, arrivé une heure en avance. À 23 ans, plongée dans ses révisions, Fiona oublie parfois un repas. Quant à Paul, depuis qu'il est retraité, il a perdu ses repères temporels. Toujours en avance, il a pourtant raté le train l'autre jour. Serait-ce parce qu'il vieillit ?

Dix jours plus tôt, les deux volontaires ont été briefés par téléphone. On leur a expliqué le protocole : deux séances de trois à quatre heures, espacées d'au moins une journée. La première avec un casque EEG sous IRM, la seconde avec le PET-scan après injection d'un radiotraceur pour pister la dopamine, essentielle à la mémorisation. Une consultation sur la mémoire temporelle ponctuera ces deux demi-journées.

Comme deux précautions valent mieux qu'une, la première séance commence par une visite médicale comportant une évaluation cognitive globale (mémoire, attention, raisonnement) relativement facile. Fiona obtient un score

## Après un cancer du sein, l'oubli guette

À l'unité 1077, la professeure de neuropsychologie Bénédicte Giffard s'intéresse aux effets sur la mémoire de l'hormonothérapie que reçoivent, pendant cinq à dix ans, 70 % des femmes traitées pour un cancer du sein, afin de prévenir une récidive. Elles se plaignent souvent de troubles de la mémoire prospective, celle qui nous rappelle de faire les choses au bon moment, par exemple prendre un médicament à telle heure. *« Pourtant, leurs résultats aux tests de mémoire standard sont généralement normaux »*, relève la chercheuse.

Pour tester cette mémoire perturbée, Bénédicte Giffard a imaginé un protocole très original qui s'est déroulé dans la salle immersive du Centre interdisciplinaire de réalité virtuelle (Cireve) de l'université de Caen Normandie. Équipées de lunettes 3D, les volontaires ont été plongées dans la visite virtuelle du Mémorial de Caen. Elles devaient exécuter à des moments précis neuf actions apprises dix heures plus tôt. *« Leurs résultats étaient moins bons que ceux de témoins sans pathologie. Leur mémoire prospective était donc perturbée par l'hormonothérapie »*, constate Bénédicte Giffard, qui précise : *« Si l'on intercale une nuit de sommeil entre la mémorisation des actions à faire et la visite virtuelle, leurs résultats s'améliorent, tout en restant inférieurs à ceux des témoins. Le sommeil ne suffit donc pas à gommer les effets de l'hormonothérapie. »*

de 27 sur 30, Paul 28. Le minimum requis est de 26, quel que soit l'âge. Le médecin valide aussi leur état de santé et l'absence sur eux d'objet métallique, contre-indiqué en raison du champ magnétique de l'IRM. S'il n'y a rien à signaler, il signe le document d'inclusion. L'expérience peut commencer.

### Une succession de carrés et de triangles pour mettre la mémoire à l'épreuve

Toute souriante, la manipulatrice en radiologie Christelle Lebouleux installe Fiona dans une petite salle voisine de l'IRM. On coiffe l'étudiante d'un bonnet d'EEG doté de 128 électrodes préalablement humidifiées, un modèle spécialement conçu pour être compatible avec l'aimant de l'appareil. Ce bonnet est connecté à un ordinateur afin que Fiona puisse s'entraîner. Elle apprend à réaliser trois tâches qu'elle devra répéter une fois dans l'IRM. La première concerne la mesure du temps : un premier carré de référence s'affiche pendant quelques secondes, une durée qu'elle ne connaît pas. Puis d'autres s'affichent entre 0,5 et 4 secondes : à chaque fois, elle doit déterminer, en appuyant sur un bouton, si cette durée est égale à la référence. Au début, Fiona est stressée, elle se trompe. À force de répétitions, elle s'améliore. La voilà prête pour la deuxième tâche – le même exercice mais portant cette fois sur la couleur d'un carré : les carrés présentés par la suite sont-ils ou non de la même couleur ? Si les chercheurs détectent une différence significative entre ces deux tâches, peut-être est-ce à cause d'une propriété spécifique à la mémorisation du temps. Enfin, pour la troisième tâche, Fiona doit évaluer si un carré affiché avant un triangle est resté plus longtemps que celui-ci à l'écran. Ce qui impose de garder en mémoire deux choses : la durée de l'affichage du triangle et celle du carré qui l'a précédé. À nouveau, elle y parvient de mieux en mieux après une phase d'entraînement. La voici prête pour la suite.

Christelle Lebouleux aide la jeune femme à s'allonger dans l'IRM, toujours avec le bonnet EEG sur la tête. Elle place un casque audio sur ses oreilles – pour communiquer avec elle – et une manette dans chacune de ses mains. Un miroir au-dessus des yeux de Fiona, connecté à un écran de télévision, affichera les exercices à refaire durant la séance d'IRM fonctionnelle, pendant laquelle sera enregistrée l'activité de son cerveau. Le corps de la jeune femme coulisse dans le tunnel qui se referme sur elle. La séance démarre par une courte séquence anatomique pour imager la structure du cerveau : la matière grise (le corps des neurones) et la matière blanche (les « câbles » recouverts de la myéline qui assure la conductivité électrique). Le volume de ces structures, ◆◆◆

**Dans un premier temps,** cette participante équipée d'un bonnet bardé de 128 électrodes s'entraîne à effectuer des exercices qu'elle répètera sous IRM (double page précédente), ce qui permettra de repérer les zones du cerveau impliquées dans leur exécution, mais aussi l'activité électrique des neurones et leur synchronisation. Quelques jours plus tard, la jeune femme revient passer un PET-scan (ci-dessus). On lui injecte un traceur radioactif destiné à pister la dopamine, neurotransmetteur nécessaire au processus de mémorisation.

**MÉMOIRE FLASH**

## Mais qui êtes-vous ?

*« J'étais à la plage quand un homme m'a parlé familièrement, sans même me dire bonjour. J'étais incapable de dire de qui il s'agissait. C'était pourtant mon propriétaire… que j'avais croisé une heure auparavant. »* Loin d'être amnésique ou simplement tête en l'air, Fanny souffre de prosopagnosie, un trouble de la reconnaissance des visages qui toucherait environ 2 % de la population. Elle ne peut même pas identifier ses proches. Dans son cas, le trouble, inné, serait lié à un défaut de développement du gyrus fusiforme, une région du cortex cérébral impliquée dans la reconnaissance des visages. À la suite d'un accident vasculaire, d'un traumatisme crânien ou d'une maladie dégénérative, une lésion dans la région droite du lobe temporal peut également causer une prosopagnosie. Il n'existe aucun moyen d'en « guérir », mais les personnes atteintes apprennent à reconnaître leurs proches par leur démarche, leur corpulence, leur coiffure ou des détails vestimentaires.

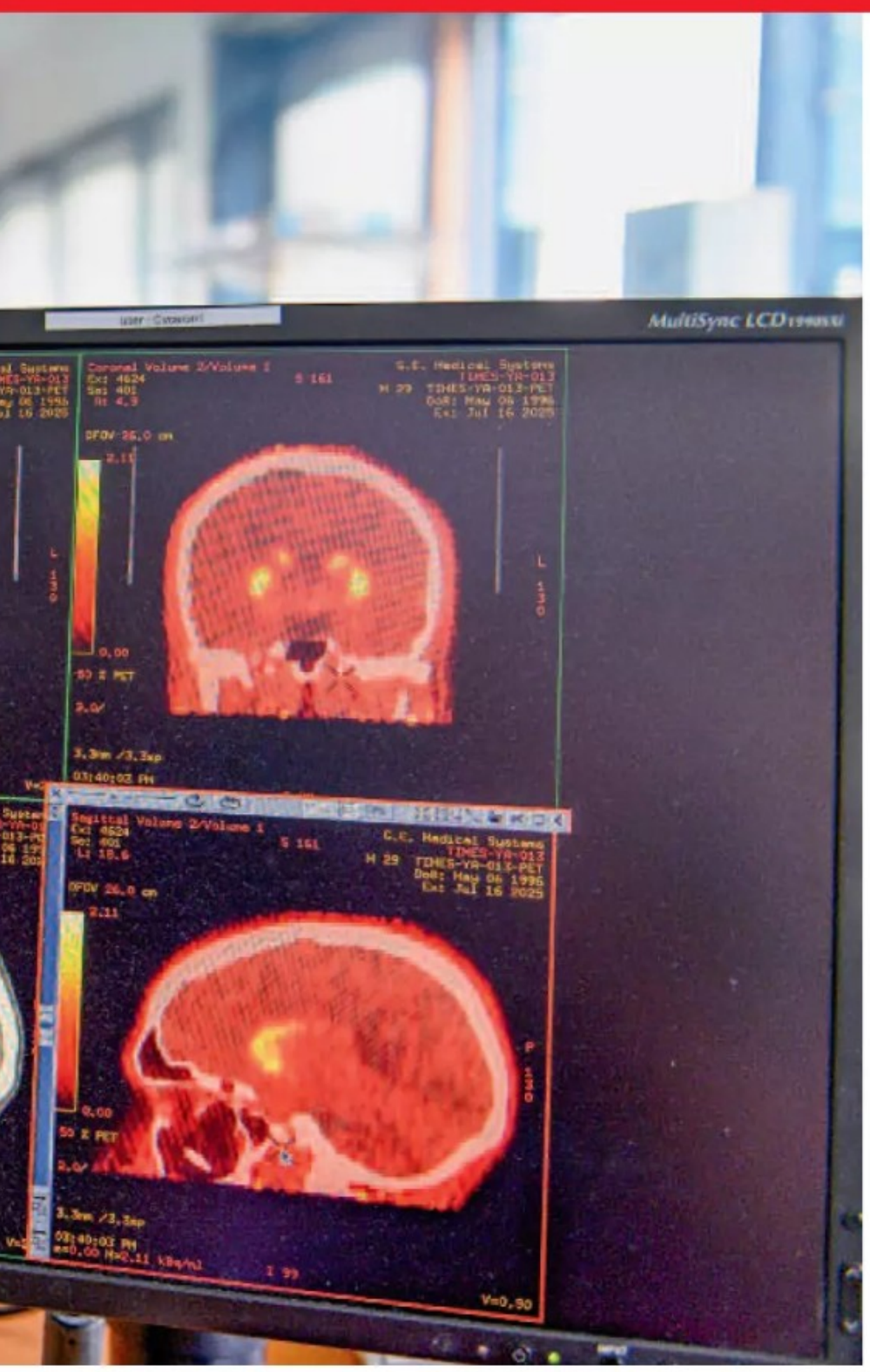
**SYLVIE NADIN**

◆◆◆ qui détermine le bon fonctionnement cérébral, diminue au cours du vieillissement. Ensuite, l'opératrice demande à Fiona de se détendre, afin d'enregistrer son cerveau au repos. Du moins le lui fait-on croire. En réalité, deux ronds rouges s'affichent à quelques minutes d'intervalle. Elle devra *a posteriori* estimer cette durée, ce qui permettra de mesurer comment la mémoire enregistre spontanément le temps. *« En général, les personnes plus âgées sous-estiment les durées. Si cela se confirme, Times aura validé cette différence comportementale avec les plus jeunes »*, commente Thomas Hinault.

La séquence fonctionnelle peut continuer : Fiona va refaire les exercices appris sur ordinateur. En couplant les deux techniques, IRM plus EEG, avec un casque haute densité, Thomas Hinault s'attend à un résultat inédit. *« Pendant l'exécution d'une tâche, nous parvenons à enregistrer simultanément le "quand" par EEG – l'activité électrique des neurones, avec leur rythme et leur synchronisation – et le "où" par IRM fonctionnelle – la consommation d'oxygène des régions du cerveau, y compris des zones profondes. Nous pouvons donc savoir quelles zones cérébrales s'activent et à quel moment elles se synchronisent lorsqu'on se rappelle une durée, par exemple. Cela n'a jamais été fait pour le temps. »* Si l'expérience (qui s'achèvera dans trois à quatre ans) révèle des différences statistiquement significatives entre les jeunes et les plus âgés, ce sera une preuve que le cerveau vieillissant se réorganise pour mémoriser le temps.

La séance IRM est presque finie. Fiona enlève son casque EEG dans la salle voisine et retourne s'allonger dans l'appareil, dont la puissance a été augmentée pour deux dernières séquences anatomiques : l'une concernant la perfusion cérébrale, destinée à constater comment le sang envoyé par le cœur irrigue le cerveau, mesure utile pour évaluer la diffusion du radiotraceur lors de la future séance de PET-scan ; l'autre pour tracer le réseau de fibres de matière blanche qui connecte les régions entre elles et qui s'affine souvent avec l'âge.

Après un moment de détente, la jeune femme rejoint le bureau de Léa Coquerel à l'unité 1077 pour la dernière partie de la séance, un bilan neuropsychologique d'une durée d'une heure et demie. Elle passe une série de tests (attention, mémoire de travail, maintien de l'information) puis répond à un questionnaire portant à la fois sur son statut socio-économique (paramètre qui influe sur les capacités cognitives) et sur sa santé mentale. *« On cherche à évaluer la présence de symptômes*



*dépressifs : souvent, ces derniers s'accentuent avec l'âge et donnent l'impression d'un allongement du temps* », précise Thomas Hinault.

### Les chercheurs espèrent trouver des marqueurs de la mémorisation du temps

Une semaine plus tard, Fiona revient à Cyceron, à jeun cette fois, pour la seconde séance. Christelle Lebouleux l'accueille dans la salle de perfusion, où elle lui injecte un radiotraceur à base de fluor, la Fdopa, à raison de 2 mégabecquerels/kg. Fiona doit alors attendre quatre-vingt-dix minutes dans la salle d'injection, afin que le produit se diffuse jusqu'à son cerveau. Elle en profite pour relire son dernier cours de droit constitutionnel. Puis Christelle l'accompagne dans la salle de PET-scan. L'étudiante s'allonge, la tête dans l'appareil dont les capteurs de radioactivité vont enregistrer, pendant trente minutes, où se fixe le radiotraceur dans son cerveau et avec quelle intensité. L'image obtenue en temps réel montre une fixation intense autour des deux striatums, régions situées dans les profondeurs du cerveau. Pour Thomas Hinault, ce n'est pas vraiment une surprise : « *Le striatum est fortement innervé en neurones à dopamine, le neurotransmetteur que nous visualisons avec le traceur. Selon une hypothèse assez débattue, le striatum fonctionnerait comme un chronomètre qui encoderait la durée des événements. Nous cherchons à le vérifier et à voir si la neurotransmission de dopamine diminue avec l'âge, ce qui expliquerait la modification de notre rapport au temps.* » Fiona sort de la salle de PET-scan. Comme elle est encore un peu radioactive, elle reste dans ce côté du bâtiment pour terminer le bilan neuropsychologique entamé une semaine plus tôt avec Léa Coquerel.

Pour Fiona et les plus jeunes, l'expérience Times s'arrête à ces deux séances. Les plus âgés reviendront en revanche une fois par an pendant trois ans pour un suivi plus léger, afin de voir si leurs performances évoluent avec le temps. Ils répéteront uniquement l'exercice des trois tâches sous EEG et repasseront le bilan neuropsychologique. Quel que soit leur âge, tous devront attendre quatre ans avant de connaître les résultats. Pour Thomas Hinault, le jeu en vaut la chandelle : « *Nous espérons trouver des marqueurs cérébraux et cognitifs de la mémorisation du temps qui nous permettront aussi d'évaluer la perte d'autonomie avec l'âge* », conclut-il avec enthousiasme.

**MARIE-LAURE THÉODULE**

**REPORTAGE PHOTO : CYRIL ENTZMANN/ DIVERGENCE POUR SCIENCES ET AVENIR**

### Les images du PET-scan

révèlent une forte concentration de dopamine au niveau des deux striatums (points jaunes, cerveaux de droite), structures qui fonctionneraient comme des chronomètres. Ces résultats seront analysés par Thomas Hinault et son équipe, et, comme tous ceux du groupe contrôle (20-35 ans) auquel appartient la jeune femme, comparés à ceux du groupe cible (60-85 ans) . Le but : découvrir ce qui peut expliquer la modification de notre rapport au temps entre ces deux périodes de la vie. À l'issue du PET-scan, chaque participant achève, avec la neuropsychologue Léa Coquerel, l'entretien-bilan entamé avant l'expérience (à droite).

# Une mémoire en pleine forme

Attitude personnelle, environnement... Tout concourt à créer chaque jour en nous des souvenirs par milliers... ou à nous faire oublier l'inutile. Mais si, pour réussir un examen ou le simple plaisir de briller en société, nous voulons aller plus loin et devenir champions de la mémoire, suivons les scientifiques : ils ont testé pour nous les meilleurs procédés.

GETTY IMAGES

# SIX CONSEILS POUR BOOSTER SES CAPACITÉS

Bouger, ne pas se disperser, réguler ses émotions ou garder ses sens en éveil… Autant de leviers qui permettent d'optimiser le processus de mémorisation. Mais dont il faut user parfois avec modération !

## 1 S'appuyer sur ce qu'on connaît déjà

**En théorie.** Vous l'avez déjà expérimenté : vous retenez beaucoup plus d'informations d'un film documentaire lorsqu'il aborde un sujet qui vous est familier plutôt qu'une question à laquelle vous ne connaissez rien. *« L'encodage varie selon les concepts qu'on a déjà construits »*, explique Emmanuel Sander, professeur à la faculté de psychologie et de sciences de l'éducation de l'université de Genève (Suisse). Ainsi, notre cerveau s'appuie sur les apprentissages précédents pour enregistrer une information. Plus il dispose de traces mnésiques à mettre en relation les unes avec les autres, plus l'encodage est profond. C'est pourquoi une personne experte retiendra davantage d'informations dans son champ de compétences ; elle fera davantage de liens conceptuels ; elle percevra davantage de détails, et ceux-ci seront mieux mémorisés. *« Lorsqu'on retient quelque chose à partir d'éléments superficiels, comme le contexte d'une situation, on parle de souvenirs de surface,* explique Emmanuel Sander. *En revanche, lorsqu'on rattache le souvenir à un concept, qu'on perçoit la similitude d'une situation avec d'autres de même nature, il s'agit de souvenirs de structure. Et ces derniers sont bien plus profonds. »* C'est pour cela que les étudiants retiennent mieux, plus vite et plus longtemps les leçons qu'ils ont comprises, celles qu'ils peuvent mettre en relation avec d'autres.

**En laboratoire.** Les scientifiques utilisent la capacité à former des analogies pour tester cet effet. On demande, par exemple, à des volontaires de compléter une phrase du type « Les ballons flottent comme XX parce que YY. » C'est exactement l'exercice qu'une équipe menée par Micah Goldwater, de l'université de Sydney, a proposé en 2011 à un groupe de géoscientifiques amateurs ou experts ainsi qu'à des étudiants d'autres disciplines. Une autre phrase leur était soumise : « Attraper un rhume est comme XX parce que YY. » Parce que l'étude de l'atmosphère est beaucoup plus proche des géosciences que la virologie, les chercheurs avaient fait l'hypothèse que la première phrase serait mieux mémorisée que la seconde par les experts. À raison : plus les volontaires étaient spécialistes, plus ils trouvaient d'analogies pertinentes, mais aussi plus ils s'en souvenaient.

**L'erreur.** *« C'est aussi comme cela qu'on crée de faux souvenirs,* poursuit le chercheur. *Sur un sujet maîtrisé, le cerveau complète les éléments manquants… »* Prenons l'exemple de la description d'une scène dans laquelle une femme va au cinéma : elle entre, choisit son film, achète du pop-corn, s'installe dans la salle et regarde les bandes-annonces. Si l'on interroge

**Francis Eustache,** *Mémoire et émotions,* Le Pommier, 2016

**Anouchka Wyss, Katarina Gvozdic, Édouard Gentaz et Emmanuel Sander,** *Comment favoriser les apprentissages scolaires,* Dunod, 2023

**Conférence de Daniel Gaonac'h,** « Mémoire et modalités sensorielles», http://sciav.fr/4m9Am95

**Podcast** « Tout sur la mémoire » de l'Observatoire B2V des mémoires, https://sciav.fr/4mVDA11

des personnes auxquelles on aura raconté ainsi cette histoire, elles auront tendance à croire et même à se souvenir que la cinéphile a acheté son billet, tant cette étape est intriquée dans l'action « aller au cinéma »…

**En pratique.** Passer d'un souvenir de surface à un souvenir de structure nécessite de travailler pour le comprendre en profondeur. *« C'est le cas, en classe, lorsque l'enseignant demande aux élèves d'identifier de manière explicite les similitudes entre deux énoncés destinés à illustrer différemment la même notion. »* Par exemple, en comparant le mode de vie d'un dauphin et celui d'un hérisson pour discuter du concept de mammifère.

## 2 Mettre ses cinq sens à contribution

**En théorie.** Plus on enregistre un souvenir dans plusieurs dimensions sensorielles – le goût, l'ouïe, l'odorat… –, mieux il sera ancré dans la mémoire. *« Il s'agit d'encoder l'information avec plusieurs types de traces pour la renforcer »*, explique Édouard Gentaz, professeur de psychologie du développement à l'université de Genève et directeur de recherches au CNRS. C'est la théorie de la cognition incarnée. Notre cerveau n'est pas déconnecté du reste du corps : il centralise des informations sensorielles, motrices de toutes sortes, identifiées plus ou moins consciemment (comme la position du corps dans l'espace ou la vue d'un mouvement fugace). Le souvenir est ainsi enregistré dans un réseau de souvenirs sensoriels. Une fois le réseau structuré, une seule activation sensorielle suffira à le réactiver dans son intégralité. La simple vue d'un objet permettra de se souvenir du bruit qu'il produit. Du goût d'un morceau de madeleine trempé dans le thé émergera toute une scène de l'enfance. Les neuroscientifiques appellent ce phénomène une activation multimodale de la mémoire. Et parce qu'elle implique plusieurs dimensions sensorielles, elle donne accès à des souvenirs ou connaissances plus élaborées, mieux encodées.

**En laboratoire.** L'activation multimodale n'est pas le propre de l'humain ! En 2023, ◆◆◆

**Selon la théorie de la cognition incarnée,** nous enregistrons un souvenir dans un réseau de souvenirs sensoriels. Toute activation sensorielle ultérieure permet de le réactiver dans son intégralité. Ici, lorsqu'un homme adulte sent l'odeur d'un lys, il convoque immédiatement le souvenir des balades qu'il faisait enfant au milieu de ces fleurs.

SAMFALCONER, DEBUT ART/SPL/SUCRE SALÉ

◆◆◆ une équipe de l'université britannique d'Oxford l'a même observée chez des mouches drosophiles… Les insectes ont appris plus rapidement à trouver une récompense dans un labyrinthe lorsque le chemin était indiqué par une odeur associée à une couleur que par un seul des deux stimuli.

**L'erreur.** Il ne suffit pas de mettre de la musique en fond sonore pour améliorer un apprentissage. Pire, cela pourrait nuire à l'attention. Et tous les sens ne se valent pas. Chacun facilite l'encodage d'éléments particuliers. La vue aide à mémoriser les espaces. L'ouïe améliore l'encodage des signaux temporels. Quand il s'agit de texture ou de température, c'est sur le toucher qu'il faut s'appuyer. Et l'odorat est souvent associé à des souvenirs émotionnels.

**En pratique.** C'est la force de l'expérience vécue! Mieux vaut une balade dans les bois que le bachotage d'un guide ornithologique pour mémoriser les espèces d'oiseaux.

## 3 Joindre le geste à la parole

**En théorie.** En associant le mouvement à ce qu'on veut apprendre, on maximise ses chances de récupérer l'information au fil du temps. C'est un autre volet de la multimodalité. *« Mais il faut que ce mouvement soit produit par le sujet et qu'il ait du sens pour lui »*, précise Édouard Gentaz. En clair, par exemple, parler avec les mains aide à activer sa mémoire, mais ce n'est pas le cas si on les agite de façon aléatoire.

**En laboratoire.** L'expérience a été menée par Susan Goldin-Meadow, professeure de psychologie à l'université de Chicago. En 2008, elle a analysé l'apprentissage d'enfants âgés de 8 et 9 ans, auxquels on a enseigné un problème mathématique en combinant des gestes et des mots. Quatre semaines plus tard, les enfants étaient invités à réciter cette leçon soit en joignant le geste à la parole ; soit sans l'aide des mains ; soit au contraire en mimant la démonstration, mais sans paroles. Le résultat a été sans appel : ces derniers ainsi que ceux autorisés à mimer en parlant ont mieux réussi l'exercice que les autres.

**L'erreur.** C'est notamment ce que font les pédagogies qui utilisent les lettres rugueuses. Mais, d'après les travaux d'Édouard Gentaz, cela ne fonctionne pas avec toutes les explorations manuelles. Le geste ne doit pas être trop compliqué, afin de ne pas surcharger l'attention. Par exemple, explorer une lettre en trois dimensions peut impliquer beaucoup de mouvements (prendre l'objet dans la main, réfléchir à la manière dont on le tient, penser à éviter de le faire tomber…).

**En pratique.** Il s'agit de trouver comment engager son corps dans un apprentissage, sans que cela devienne une tâche de plus. Autorisons-nous à parler avec les mains pour expliquer une notion ou raconter une anecdote!

**Les habitants du bassin méditerranéen** ont l'habitude de parler avec les mains, souvent pour donner plus de relief à leurs propos et maintenir l'attention de leur interlocuteur. Mais savent-ils que ce mode de communication a également la vertu d'activer la mémoire de ce qu'ils disent ?

## 4 Pratiquer une activité physique

**En théorie.** Bouger, c'est la santé… cognitive! L'exercice physique favorise en effet la formation des vaisseaux sanguins et la croissance des neurones dans le cerveau, ce qu'on appelle la plasticité cérébrale.

**En laboratoire.** De nombreuses recherches ont établi que les personnes physiquement actives obtiennent de meilleurs scores aux tests cognitifs – dans les heures qui suivent cette activité – que celles qui sont sédentaires. Et en 2024, une étude britannique menée auprès d'individus âgés de 50 à 83 ans a montré que l'activité physique améliore – légèrement – la mémoire pendant plusieurs heures, jusqu'à 24. Un effet qui pourrait être lié à la meilleure qualité de sommeil que procure l'exercice.

GETTY IMAGES

**L'erreur.** Une activité physique intense constitue aussi un stress, pour le corps comme pour le cerveau. Elle entraîne une libération de glucocorticoïdes, des hormones importantes pour la régulation du métabolisme énergétique mais qui gênent la mémorisation… Des données suggèrent ainsi que des élèves ayant une activité physique très intense après la classe retiendront moins bien que les autres une leçon vue dans la journée.

**En pratique.** Cela plaide en faveur du sport à l'école, mais aussi du maintien d'une activité physique chez les personnes âgées.

## 5 Contrôler ses émotions

**En théorie.** Les émotions influent sur la mémoire en focalisant l'attention. Elles enrichissent le traitement de l'information de traces mnésiques liées aux sens. *« C'est un tunnel d'attention,* précise Pierrick Laulan, chercheur au laboratoire Émotion et mémoire de l'université de Genève. *L'émotion négative active l'amygdale. Elle désactive par ailleurs l'hippocampe, dont le rôle est d'associer les éléments d'une scène entre eux lors de l'encodage. »*

Le rôle des émotions positives est plus difficile à établir. *« Nous n'arrivons pas à trouver des stimuli qui provoquent des émotions positives aussi intenses que les émotions négatives »,* explique Pierrick Laulan. Ce biais de négativité complique la comparaison. Les scientifiques se demandent néanmoins si les émotions positives ne produiraient pas un champ de focalisation plus large, c'est-à-dire aideraient à mémoriser davantage d'éléments de contexte.

**En laboratoire.** Pour étudier ces phénomènes, les chercheurs utilisent des images : sur un fond neutre se détache un mot déclenchant une émotion, comme « poison », « maladie ». Plus l'émotion est intense, mieux les volontaires se souviennent du mot, au détriment du fond. Les seules images capables de générer des émotions positives intenses sont celles liées à l'excitation sexuelle… encore l'effet est-il moindre et varie-t-il d'une personne à l'autre. Par ailleurs, cet effet de *boost* ne se limite pas au mot ou à la situation qui provoque l'émotion. D'après des recherches menées à l'université de Californie à Berkeley, un stimulus neutre en termes d'émotion sera mieux retenu s'il est présenté dans la demi-heure suivant un stimulus qui ne l'est pas.

**L'erreur.** La focalisation de l'attention par les émotions négatives est un problème récurrent quand il s'agit des témoins oculaires d'un crime. Il n'est pas rare qu'ils se souviennent très intensément de l'arme mais peinent à reconnaître la personne qui la tenait. De même, dans le cas d'un syndrome post-traumatique, des éléments du contexte, comme un son ou une odeur, peuvent réactiver le souvenir traumatique de manière erratique *(lire aussi p. 44-49).*

Enfin, les émotions peuvent parasiter totalement le rappel de la mémoire. Cela arrive lors des stress intenses, avec des « trous de mémoire », par exemple à l'occasion d'un examen alors que l'étudiant connaît parfaitement son sujet.

**En pratique.** Il est possible d'apprendre à réguler ses émotions pour éviter le problème de focalisation ou de parasitage de la mémoire de travail. *« Nous proposons de travailler avec la méditation »,* explique Pierrick Laulan. ◆◆◆

PIERRICK LAULAN

**« L'ÉMOTION NÉGATIVE DÉSACTIVE L'HIPPOCAMPE, DONT LE RÔLE EST D'ASSOCIER LES ÉLÉMENTS D'UNE SCÈNE ENTRE EUX LORS DE L'ENCODAGE D'UN SOUVENIR »**

**Pierrick Laulan,** chercheur au laboratoire Émotion et mémoire de l'université de Genève

MÉMOIRE FLASH

### Une première rencontre inoubliable

Un nouveau type de neurones pour détecter… la nouveauté. C'est ce qu'ont découvert, chez la souris, des chercheurs de l'université de la Colombie-Britannique (Canada). Leur étude, publiée dans *Nature Communications* en février dernier, montre que ces neurones ovoïdes (nommés ainsi à cause de leur forme), localisés dans l'hippocampe, s'activent exclusivement lorsque l'animal rencontre un objet inconnu. Mais cela ne se produit plus lorsqu'il le voit par la suite, même s'il est à un autre emplacement. Leur hypothèse : activer ces neurones permet au cerveau de se focaliser sur la nouveauté afin de la mémoriser. Il pourrait ainsi faire le tri dans la masse colossale d'objets rencontrés chaque jour, dont la majorité est connue et ne mérite donc pas d'attention particulière.

**NICOLAS GUTIERREZ C.**

◆◆◆ Des exercices de respiration aideraient à protéger sa capacité à rappeler des souvenirs même en cas d'émotions intenses.

## 6 Éviter de faire plusieurs choses à la fois

**En théorie.** L'attention est le point de départ du traitement de l'information par le cerveau. Elle est le filtre qu'on dirige vers une petite fraction de ce que nos sens perçoivent, en fonction de nos motivations, de nos objectifs et de nos connaissances. Pour élaborer un plan, elle sélectionne les principales informations permettant à la mémoire de travail de les enregistrer.

**En laboratoire.** Pour mesurer notre attention, de nombreux laboratoires utilisent des outils high-tech, comme les *eye-trackers* (de petites caméras qui enregistrent la direction du regard) ou des systèmes de mesure des pupilles. Ils observent l'allongement des temps de réaction lorsque l'attention est dispersée. Mais des chercheurs de l'université Stanford vont plus loin… Ils ont programmé leur dispositif afin qu'il signale à la personne qu'elle est distraite.

**L'erreur.** Notre attention peut se distribuer sur deux ou trois objets en même temps… mais au détriment de la qualité de l'information recueillie et donc de notre capacité à la mémoriser. C'est la théorie des « ressources attentionnelles » de Daniel Kahneman, psychologue et prix Nobel d'économie en 2002 pour l'application de ses recherches sur les comportements. Ainsi, pour mémoriser en réalisant plusieurs tâches – ou en suivant plusieurs stimuli –, il faut qu'une partie d'entre elles soient automatiques. Il s'agit de ne pas entamer les réserves de ressources attentionnelles. Par exemple, si nous sommes capables d'écrire à la main tout en étant concentrés sur la conférence que nous prenons en notes, c'est parce que le geste d'écriture est si bien automatisé qu'il ne requiert aucune attention. En revanche, un enfant peinera à écouter un cours et écrire tant qu'il n'aura pas automatisé l'écriture manuelle. Lorsque trop d'informations sont traitées en même temps, la mémoire de travail sature. L'attention passe d'un sujet à un autre, ce qui réduit la performance.

**LORSQUE DES INFORMATIONS EN TROP GRAND NOMBRE SONT TRAITÉES EN MÊME TEMPS, L'ATTENTION PASSE D'UN SUJET À L'AUTRE. LA MÉMOIRE DE TRAVAIL SATURE**

**En pratique.** Nous sommes soumis à tellement de stimuli qu'apprendre à faire attention constitue un enjeu croissant, notamment à l'école. C'est l'objet d'un programme mené par le Centre de recherche en neurosciences de Lyon, « Attentif à l'école » (Atole). Il a pour objectif d'inciter les enfants et enseignants à prendre conscience des mécanismes de l'attention. Les participants mesurent ainsi pourquoi il est délétère de faire plusieurs choses en même temps. Si les équipes qui participent au programme en louent l'intérêt, les études *a posteriori* peinent à en démontrer les effets positifs sur l'apprentissage. Pour Édouard Gentaz, *« il faut davantage de recherche pour transposer les résultats dans la vie réelle »*. **AGNÈS VERNET**

**L'activité physique** favorise la plasticité cérébrale. Elle est donc recommandée à toutes les périodes de la vie, de l'âge scolaire (pour mieux apprendre) à celui de la retraite (pour consolider la mémoire).

GETTYIMAGES

**Isabelle Serça**
Professeur émérite de langue et littérature françaises à l'université de Toulouse Jean-Jaurès

# « Proust a décrit des réalités modélisées de nos jours par les scientifiques »

Comme celles d'Ernaux ou Modiano, les fictions de l'écrivain mort il y a un siècle détaillent avec finesse des processus aujourd'hui attestés par la science.

CATHERINE HÉLIE/GALLIMARD VIA OPALE PHOTO

**Comment la littérature peut-elle aider les neuroscientifiques?**
La littérature a un rôle d'avant-coureur, comme si elle mettait en mots à travers la fiction des réalités qui ne sont pas encore modélisées par les scientifiques. Je ne sais pas si l'on peut dire qu'elle aide ces derniers à penser, mais en tout cas, il y a une rencontre. C'est l'idée qui guide mon travail, et c'est pourquoi, comme je m'intéresse à la manière dont les écrivains parlent du temps et de la mémoire, j'ai imaginé le projet ProusTime : demander à des chercheurs, qui tous sont confrontés au temps – physicien, historien, mais aussi philosophe ou économiste, musicien, plasticien… –, comment ils comprennent *La Recherche du temps perdu* de Marcel Proust, l'écrivain qui a le mieux décrit les phénomènes de mémoire, et si cela résonne avec leur travail.
Par exemple, que se passe-t-il quand on a un trou de mémoire ? Cette partie de cache-cache qui se joue pour retrouver le souvenir est presque impossible à mettre en mots. Et pourtant, Proust en fait trois ou quatre pages ! Le Narrateur écrit, parlant d'Albertine qu'il a aimée et à laquelle il ne pense plus : *« Ce courant transversal aboutissait, en ce qui concernait ces reliques de souvenirs d'Albertine, à une voie s'arrêtant en pleine friche […] C'était une voie de souvenirs, une ligne que je n'empruntais plus jamais. »* Pour le neurobiologiste de l'équipe, ces phrases font écho aux avancées actuelles : les spécialistes distinguent le cas d'un souvenir qui n'existe plus dans le cerveau, à la suite d'une maladie ou d'un accident, par exemple, et celui où la trace mnésique est bien là, mais où le chemin d'accès est devenu inaccessible. De même, ils parlent de « Proustian hypothesis », « Proust phenomenon » ou « syndrome proustien » pour certains phénomènes relevant de la mémoire sensorielle. La fameuse petite madeleine…

**D'autres écrivains ont bien parlé de la mémoire ?**
Annie Ernaux tricote de façon frappante mémoire individuelle et mémoire collective dans *Les Années*, qu'elle conçoit comme une *« autobiographie impersonnelle »*. Elle montre bien comment ce dans quoi on baigne, la mémoire de notre famille, de notre pays, fait partie de notre mémoire personnelle. Mais aussi la transmission de génération en génération. Quand la Narratrice est petite, qu'elle joue sous la table lors des repas de famille, de quoi parlent ses parents ? De ce qu'ils viennent de vivre, la guerre de 39-45, le marché noir…. Les grands-parents évoquent celle de 14-18, ce que disaient leurs propres parents de la guerre de 1870… Ils en parlent si souvent, montre-t-elle, qu'elle croit avoir vécu ces événements. *« La mémoire des autres nous plaçait dans le monde »*, selon son expression. Des neuroscientifiques m'ont dit qu'ils n'avaient jamais vu une formulation aussi parlante de ce qu'est la mémoire collective. Et pourtant, ce n'est pas grand-chose, la description d'un repas !

**Mais la littérature joue avec la mémoire autrement qu'avec des descriptions exactes ?**
Tout à fait. Par exemple, lorsqu'on referme *Dora Bruder* de Patrick Modiano, on n'a toujours pas compris ce qu'est devenue cette femme, alors même que c'est la question qu'il se pose au début du livre. Au contraire de Proust qui « retrouve » le temps, Modiano accentue le côté « perdu » de la mémoire. Ces réminiscences, enveloppées de brouillard, sont aussi une bonne représentation du souvenir.

**Vous disiez que la littérature peut être en avance sur les neurosciences. Que va-t-on découvrir ?**
En ce moment, avec l'IA, nous sentons tous que quelque chose change. On parle d'individu augmenté, de mémoire machine-humain. On pense aussi à *1984*… Orwell, lui aussi, était un bon anticipateur !

**PROPOS RECUEILLIS PAR FLORENCE LEROY**

**Isabelle Serça (dir.),** *Proust et le temps. Un dictionnaire*, Le Pommier, 2022

**Isabelle Serça ,** « La mémoire dans la Recherche. De la littérature aux neurosciences avec Marcel Proust », http://sciav.fr/4n6jjG4

**À l'écoute du *Lac des cygnes*,** Marta González, atteinte d'Alzheimer, s'anime et se remémore la chorégraphie qu'elle a naguère dansée.

# Seule reste la musique quand tout s'est effacé

Quelques notes suffisent à rappeler l'un des milliers de morceaux stockés dans notre cerveau. La mémoire musicale est puissante ! Elle peut même ralentir le déclin cognitif… et réveiller des patients plongés dans le coma.

Trois notes d'orgue, et vous reconnaissez le morceau. Pourtant, son titre vous échappe, son compositeur aussi, vous ne l'avez pas entendu récemment et il n'y a aucun disque de ce genre chez vous. Vous apprendrez plus tard qu'il s'agissait de la *Toccata en ré mineur* de Bach.

Ce sentiment qu'une musique vous est familière, une demi-seconde suffit pour l'éprouver. C'est ce qu'ont montré les chercheurs en neurosciences Suzanne Filipic, Emmanuel Bigand et Barbara Tillmann, qui ont fait écouter à des étudiants (non musiciens) 48 extraits musicaux. *« La même note répétée trois fois avec un timbre orchestral spécifique suggère le début de la* 5e Symphonie *de Beethoven, même si le célèbre motif d'ouverture de quatre notes n'est pas complet »*, ajoutent les auteurs dans leur article, paru en 2010.

Le phénomène vient de ce que le cerveau stocke la plupart des grands tubes, entendus à la radio, dans des films, en fond sonore, qu'on les aime ou non. Toutefois, un stimulus bref ne fonctionne vraiment que si l'auditeur est exposé à des versions originales, et non à des adaptations ou réorchestrations. Car la mémoire n'enregistre pas seulement une suite de notes, mais une structure musicale, une dynamique, des timbres instrumentaux, autant d'éléments qui, combinés, fournissent au cerveau quantité d'informations même en un temps très court. Cette reconnaissance musicale peut aller plus loin. Des auditeurs qui ne sont, là encore, pas musiciens sont capables de se rappeler un morceau dans la bonne tonalité. C'est l'un des résultats d'une expérimentation menée en 2003 par des chercheurs de l'université de Toronto à Mississauga (Canada) à partir de musiques d'émissions de télévision.

ASOCIACION MUSICA PARA DESPERTAR

### Dans le coma, il se met à fredonner une chanson de son groupe préféré

Mais là où la mémoire musicale reste peut-être la plus impressionnante, c'est quand elle réussit à… sortir des patients du coma. Comme l'Anglaise Charlotte Neve, 7 ans, victime d'une hémorragie cérébrale en 2012. La petite fille s'est mise à sourire lorsque sa mère a commencé à lui chanter *Rolling in the Deep* d'Adèle. Deux jours plus tard, elle reprenait complètement conscience. En 2013, David Hassal, dans le coma après un accident de voiture, se mit à fredonner les paroles de *Livin'on a Prayer* de son groupe préféré, Bon Jovi, dont ses parents diffusaient la musique dans sa chambre d'hôpital.

Des cas similaires impliquent des chansons des Rolling Stones, de Green Day, Bryan Adams, des Righteous Bro-

thers… Ils sont liés à ce qu'une équipe de l'université de Californie à Davis (États-Unis) a nommé, dans un article fondateur de 2007, les MEAMs (*music-evoked autobiographical memories*), les souvenirs autobiographiques évoqués par la musique. La recherche a cependant mis du temps à s'intéresser à l'interaction entre musique et mémoire. *« Les premières publications de psychologie scientifique consacrées à l'effet de la musique sur le corps et la cognition, décortiquaient les processus perceptifs et émotionnels ou ceux liés à la créativité. Mais assez peu ceux relatifs à la mémoire »*, note Hervé Platel, directeur du laboratoire Neuropsychologie et imagerie de la mémoire humaine à l'université de Caen Normandie. Il a été l'un des premiers, à partir des années 1990, à mener des travaux d'imagerie cérébrale en la matière. Mais le sujet n'a pris vraiment son essor qu'au mitan des années 2000.

L'une des premières découvertes a été de constater qu'il n'existe pas de zone spécifique du cerveau dédiée à la mémoire musicale. Avec ses notions de fréquence, de timbres, d'instruments, de rythmes, la musique fait au contraire travailler des régions dispersées dans les deux hémisphères. Ce qui a pu être décevant pour des chercheurs en quête d'un « centre de la musique » s'est avéré prometteur du point de vue clinique : *« Ce caractère diffus de la fonction musicale lui permet d'être largement préservée des maladies du cerveau, parce que les voies d'entrée sont multiples »*, poursuit Hervé Platel. À l'inverse du langage, par exemple, contrôlé par un réseau dédié : si cette zone subit des dommages, aucune autre ne peut être sollicitée, ce qui rend le langage bien plus difficile à récupérer.

D'où la mise en place, dans certaines unités de soins neurologiques, d'ateliers musicaux. *« On a tous eu l'expérience de patients complètement apathiques qui, soudain, à l'écoute d'une musique qui a du sens pour eux, se redressent, ont les yeux qui s'écarquillent »*, raconte Hervé Platel. Ce fut le cas, emblématique, de l'ancienne danseuse espagnole de ballet Marta Cinta González Saldaña, 89 ans, atteinte de la maladie d'Alzheimer. Dans une vidéo qui a fait sensation en 2020 (un an après son décès), on la voit, alors qu'elle est recroquevillée sur elle-même dans un fauteuil roulant, s'animer à l'écoute du *Lac des cygnes* et reprendre des mouvements de sa chorégraphie des années 1960.

**Vidéo de Marta Cinta González Saldaña,** http://sciav.fr/4m1jQrz

### Capables de retrouver d'eux-mêmes une mélodie quatre mois plus tard

Les expériences menées par l'équipe d'Hervé Platel ont aussi montré que des patients atteints de maladie d'Alzheimer peuvent encoder de nouvelles informations, dès lors qu'il s'agit de musique, grâce à des exercices répétés. *« On a pu faire apprendre à des patients de nouvelles chansons. Ils n'arrivent pas à retenir toutes les paroles, mais lorsqu'on leur présente le texte quatre mois plus tard, certains sont capables de retrouver d'eux-mêmes la mélodie. »* Ils n'ont cependant pas conscience d'avoir appris quelque chose de nouveau. D'autre part, tous les patients ne sont pas sensibles de la même manière à ces exercices. Reste que vu ses bénéfices, ce type d'activité peut être proposé en prévention à des personnes âgées sans affection cérébrale, ou montrant les premiers signes d'une dégénérescence cognitive. Cela n'empêchera pas cette dernière de s'installer, y compris chez des musiciens, comme ce fut le cas du chef d'orchestre Seiji Ozawa ou du compositeur Maurice Ravel. Mais le déclin sera moins brutal. Et, surtout, une communication pourra se maintenir plus longtemps entre le patient et son entourage. **ARNAUD DEVILLARD**

E. DURAND

**« SOUDAIN, À L'ÉCOUTE D'UNE MUSIQUE QUI A DU SENS POUR EUX, DES PATIENTS APATHIQUES SE REDRESSENT EN ÉCARQUILLANT LES YEUX »**

**Hervé Platel,** enseignant chercheur à l'université de Caen

MÉMOIRE FLASH

## Visuelle ou auditive ? Pas si simple…

***« C'est l'un des neuromythes les plus répandus, y compris malheureusement dans le monde enseignant,*** soupire le maître de conférences en psychologie expérimentale Mathieu Hainselin : ***certains apprendraient mieux par la vue, d'autres par le son. Pourtant, il y a aujourd'hui un consensus scientifique net : les styles d'apprentissage, c'est du pipeau. »***

Loin de se limiter à la seule dichotomie « mémoire visuelle ou auditive », l'une des plus importantes revues scientifiques sur le sujet recensait en 2004 plus de 70 classifications de styles d'apprentissage. L'une des plus répandues, le modèle Vark, soutient que chacun aurait une méthode d'apprentissage plus efficace : visuelle ou auditive, donc, mais aussi via la lecture ou la manipulation d'objets. Sauf que jusqu'ici, aucune étude sérieuse n'a réussi à prouver l'existence de ces styles d'apprentissage, ni qu'on apprenait mieux en suivant son style favori… **YANN CHAVANCE**

# L'oubli, indispensable complice du souvenir

Et si vous vous rappeliez tout ce qui vous est arrivé, heure par heure ? Votre vie serait… un enfer ! Pour pouvoir organiser ses pensées et apprendre, il faut en effet trier, sélectionner, rejeter, et ne conserver que l'essentiel.

*Essayez de retracer tout ce dont vous vous souvenez depuis votre réveil ce matin. Combien de personnes avez-vous croisées ? De quelle couleur étaient les voitures sur le trajet jusqu'au bureau ?* » Cet exercice proposé par Géraldine Rauchs, docteure en neurosciences cognitives à l'université de Caen, montre à quel point l'oubli fait partie du quotidien. Chaque seconde, le cerveau reçoit des milliers de stimuli. Des couleurs, des formes, des sons, toute une panoplie de détails dont il efface une partie quasi instantanément. Ce tri est un processus indispensable à la mémoire. « *On a surtout étudié l'oubli sous sa forme pathologique,* rappelle la chercheuse, *mais c'est avant tout un processus physiologique normal, en équilibre avec les souvenirs, qui nous donne la souplesse mentale nécessaire pour continuer à apprendre et réfléchir.* » Pour ne pas surcharger la conscience *(lire l'encadré ci-contre)*, le cerveau ne conserve de son environnement que ce qui est utile ou suscite l'intérêt. « *L'attention est le moteur de la mémoire,* explique Pascale Gisquet-Verrier, directrice de recherche émérite CNRS à l'Institut des neurosciences de Paris-Saclay. *Les choses auxquelles on ne prête pas ou peu d'attention ne vont pas être stockées.* » C'est pourquoi, en lisant le journal, on ne retient souvent que les informations utiles ou celles que l'on souhaite raconter.

### Pas besoin de réfléchir pour faire du vélo

Mais oublier, c'est parfois aussi être incapable de se souvenir d'informations pourtant bien présentes dans la mémoire. Dans ce cas, disparaissent-elles vraiment ? « *Nous sommes nombreux à considérer que l'oubli, ce n'est pas l'effacement total d'un souvenir, mais plutôt la difficulté à le retrouver*, poursuit Pascale Gisquet-Verrier. *Probablement existe-t-il un processus qui empêche l'accès direct aux souvenirs stockés, mais il est encore inconnu.* » Les souvenirs ne sont pas entreposés dans une seule et même zone du cerveau, mais disséminés un peu partout dans le cortex. Pour rappeler un événement, l'hippocampe va jouer le rôle de table des matières et remobiliser toutes les zones sollicitées au moment où il s'est produit. « *Pour se souvenir d'un visage, par exemple, l'hippocampe va dialoguer davantage avec le cortex visuel* », explique Joy Perrier, chercheuse en neuropsychologie à l'université de Caen. Parfois, un simple stimulus, comme une odeur, va servir d'indice de rappel sans même parvenir à la conscience.

Tous les types de mémoires ne sont pas affectés de la même manière par cet oubli physiolo-

## Mon menu du 12 décembre 1998…

Au début des années 2000, Jill Price envoie une lettre à l'équipe de James McGaugh, un neuropsychologue californien : elle se plaint de… ne rien pouvoir oublier. Donnez-lui une date au hasard, elle saura raconter ce qu'elle a mangé ce jour-là. Même les grandes lignes de l'actualité du jour lui reviendront instantanément en mémoire. Après une batterie d'examens, Jill Price devient la première patiente à recevoir le diagnostic d'« hypermnésie autobiographique ». Incapable d'inhiber le rappel de ses souvenirs, elle est condamnée à revivre sans cesse son propre passé. Depuis, plusieurs cas de personnes souffrant de ce trouble ont été recensés. Les chercheurs les expliquent par un probable dysfonctionnement du cortex frontal.

MAT JACOB/TENDANCE FLOUE

gique. La mémoire procédurale, qui enregistre les savoir-faire et les gestes automatiques, y est très peu sensible car elle n'engage pas la conscience : une fois l'apprentissage automatisé, pas besoin de réfléchir pour faire du vélo. De même pour la mémoire sémantique, responsable des connaissances générales : *« À force de répéter que Rome est la capitale de l'Italie, on finit par s'en souvenir automatiquement »*, illustre Pascale Gisquet-Verrier.

Finalement, c'est la mémoire épisodique, relative aux événements vécus, qui semble la plus fragile. C'est celle qui est le moins souvent mobilisée, mais aussi la dernière à se construire. Elle repose notamment sur les interactions entre l'hippocampe et le cortex préfrontal, deux régions qui se développent tardivement. Cela expliquerait en partie pourquoi on ne se souvient pas de ses premières années, ce qu'on appelle l'amnésie infantile.

**Tri sélectif.** Heureusement pour notre santé cognitive, les informations que l'on ne juge pas utiles ou que l'on n'a pas envie de raconter à autrui disparaissent aussitôt.

Mais pourquoi l'oubli affecte-t-il la mémoire épisodique ? Les scientifiques y voient plusieurs causes. L'interférence est l'une des principales. *« Quand on vit des événements très proches les uns des autres, les images qu'on en garde ont tendance à se chevaucher,* précise la neuroscientifique. *Les souvenirs de Noël se ressemblent tous ! Il est difficile de différencier ceux de 2015 d'avec ceux de 2014, sauf si un détail marquant permet de trancher. Par exemple, le Noël où mamie s'est cassé le bras. »*

Plus récemment, les recherches ont mis en évidence le phénomène de reconsolidation. Les chercheurs estiment que la mémoire épisodique n'est pas fiable. *« À chaque fois qu'on se rappelle un souvenir, il est partiellement modifié par les circonstances dans lesquelles on l'évoque. »* L'ancien « fichier » est alors remplacé par une version plus récente, mais parsemée d'éléments nouveaux qui modifient la version initiale.

### Comment recréer en labo les conditions réelles de l'oubli ?

Enfin, *« il arrive que l'on ait simplement du mal à retrouver le chemin vers l'information stockée. Très souvent, elle revient plus tard,* souligne Joy Perrier. *On en a tous fait l'expérience ! »* Pour autant, ces souvenirs ne sont pas perdus. Simplement, selon la chercheuse, les conditions nécessaires au rappel (souvent inconnues) ne sont pas réunies à l'instant *t*.

La difficulté à recréer les conditions réelles de l'oubli et du rappel freine la recherche. Géraldine Rauchs, qui a étudié le rôle du sommeil sur la consolidation des souvenirs, souhaiterait ainsi établir un protocole permettant de reproduire les conditions réelles de l'oubli lorsqu'on dort. *« Pendant la phase de sommeil lent, le cerveau réactive les souvenirs et consolide les plus utiles. On sait qu'il y a un lien avec l'oubli, mais lequel et à quel moment ? »* En attendant que la science éclaire ces zones d'ombre, l'oubli ne doit pas inquiéter. Tant qu'il n'affecte pas la vie quotidienne, il fait partie intégrante du fonctionnement cérébral.

**ÉNOLA TISSANDIÉ**

PASCALE GISQUET-VERRIER

**« DE NOMBREUX CHERCHEURS ESTIMENT QUE L'OUBLI N'EST PAS L'EFFACEMENT TOTAL D'UN SOUVENIR, MAIS PLUTÔT LA DIFFICULTÉ À LE RETROUVER »**

**Pascale Gisquet-Verrier,** directrice de recherche émérite à l'Institut des neurosciences de Paris-Saclay

# RÉVISIONS : INSPIREZ-VOUS DES CHAMPIONS

Oubliez les relectures de notes et les surligneurs ! Pour retenir des dates, préparer un concours ou prononcer un discours, optez pour des techniques de mémorisation efficaces, testées et adoptées par les cracks… et validées par la science.

Quelle est la meilleure façon d'apprendre ? En 2013, cinq chercheurs américains ont tenté de répondre à cette question en évaluant l'efficacité de dix techniques d'apprentissage parmi les plus utilisées ou réputées. Ils ont ainsi passé en revue plus de 700 publications scientifiques, mesurant le plus souvent les résultats obtenus par un groupe de volontaires à qui l'on avait enseigné une méthode d'apprentissage spécifique, en les comparant à un groupe témoin. Au sortir de cette méta-analyse, les chercheurs américains ont loué les mérites de deux méthodes particulièrement efficaces, qualifié trois tactiques de prometteuses malgré des preuves scientifiques encore insuffisantes, et mis au pilori les cinq dernières stratégies, qui seraient tout bonnement à proscrire. Mauvaise nouvelle : il y a de fortes chances que vous ayez utilisé ou utilisiez toujours les pires techniques selon la science…

Relire son cours ou ses notes aurait ainsi étonnamment très peu d'intérêt. Les différentes études montrent tout au plus quelques bénéfices sur la seconde lecture, mais qui s'effondrent dès les relectures suivantes. Une habitude pourtant encore bien ancrée, probablement car elle nécessite peu d'efforts et offre une illusion d'apprentissage bien confortable. Autre grand classique des révisions : extraire d'un texte ou d'une prise de notes les points importants, sous forme de fiches ou simplement en surlignant des passages clefs. La méthode a été testée chez des étudiants, des jeunes enfants, et jusqu'à des pilotes de chasse, sur des sujets variés et des textes de longueur différentes, avec à chaque fois peu ou prou les mêmes conclusions : surligner ou isoler des points centraux n'aurait au mieux que des effets très limités, voire serait contreproductif en empêchant de faire des connexions entre les informations à retenir.

## Trois sessions d'une heure valent mieux qu'une séance de trois heures

Faudrait-il mettre alors au placard toutes nos habitudes d'apprentissage ? Selon les auteurs, c'est une certitude, tant les méthodes à l'efficacité scientifiquement prouvée vont bien souvent à l'encontre des pratiques habituelles. Ainsi, la première des techniques encensées par les chercheurs se pose comme l'exact opposé du traditionnel bachotage des étudiants. Comme son nom l'indique, l'apprentissage distribué (ou pratique distribuée) consiste simplement à espacer ses temps d'apprentissage. Très concrètement, la mémorisation est sensiblement meilleure lorsqu'on fait trois sessions de révision d'une heure – voire ◆◆◆

**Retenir que la capitale du Kirghizstan est Bichkek ?** Rien de plus simple ! Il s'agit de se construire une image mentale qui marquera fortement l'esprit : il faut d'abord décomposer chaque syllabe ou élément du mot en laissant libre cours à son imagination. Bichkek devient, par exemple, « une biche qui mange un cake ». Pour retenir le nom du pays, le mieux est d'inventer une autre histoire : « Elle boit un kir sous le gui avec son ami Stan ».

SARAH BOUILLAUD/HANSLUCAS

S2
T2
A2

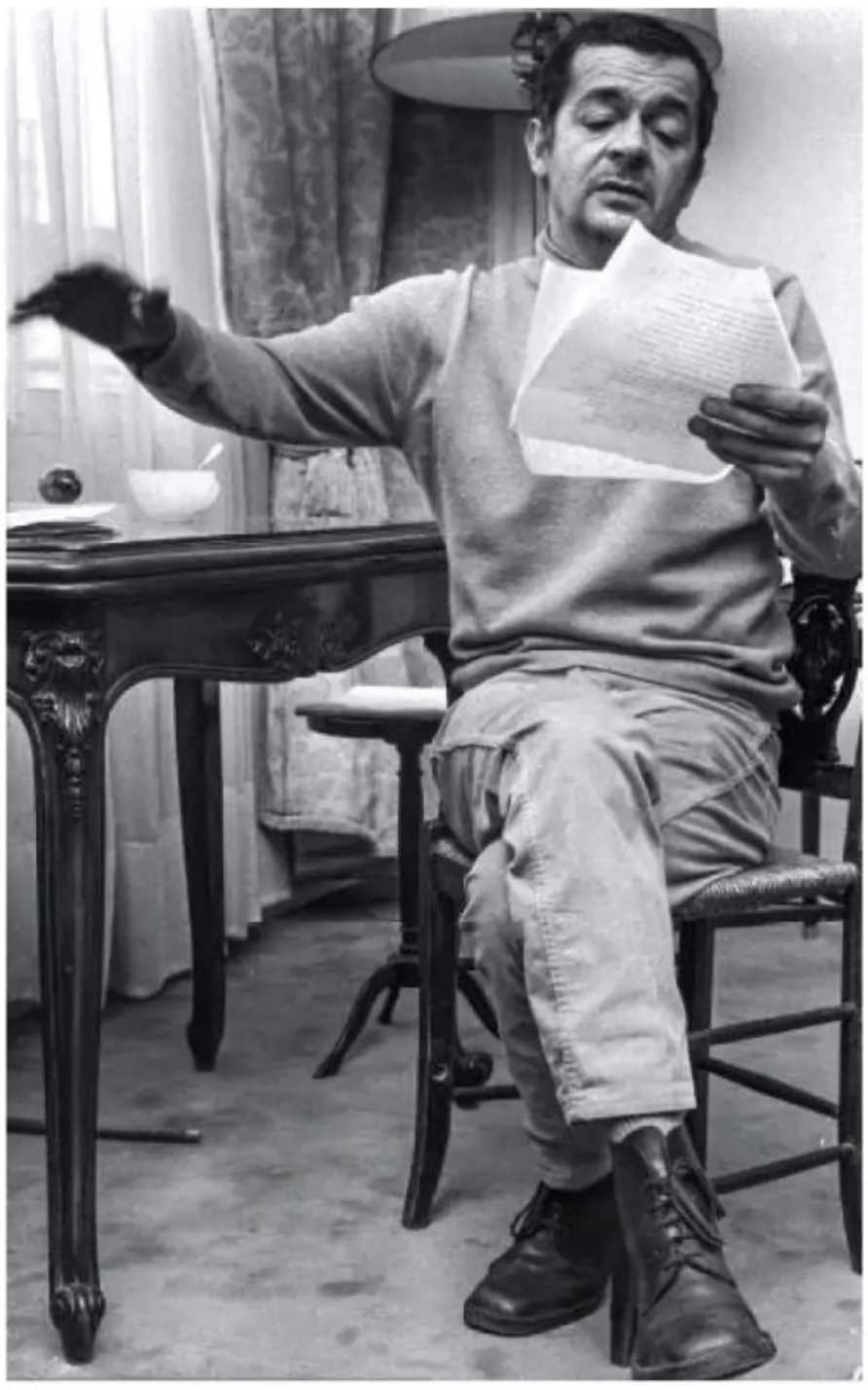
## Joindre le geste à la parole : le truc du comédien

Comment les comédiens retiennent-ils leur texte ? En le vivant, tout simplement. Manon, Boris et Nathalie jouent ensemble dans *Maisons ou Celles et ceux qui bâtissent*, une pièce d'Aude Schmitter créée en 2025 par la compagnie Akalmie Celsius. Et chacun a ses petits trucs. Leur point commun ? Une mémoire qui passe par le corps, le mouvement, les émotions. Si Manon recopie ses répliques pour les visualiser, rien ne vaut les répétitions et la présence des autres, quand le corps entre en jeu. *« Lorsque je dis une phrase dans une position précise, elle s'ancre. Le mot se lie avec tout l'environnement autour. »* Elle associe aussi la mémorisation de son texte à *« une émotion, une sensation, un souvenir vécu ou inventé. »*

*« Mon truc, c'est la piscine,* confie Boris. *J'apprends mon texte en faisant des longueurs, en respirant régulièrement. »* La vaisselle ou le ménage fonctionnent aussi : *« J'ai besoin d'être occupé, ça libère la tête. »* Mais il nuance : *« J'intègre rapidement le texte brut, mais cela ne veut pas dire que c'est fixé. Il faut retravailler encore. »*

Le vrai apprentissage se passe au plateau quand le texte s'associe au mouvement, imprègne le corps. Nathalie, quant à elle, travaille à l'oreille et s'appuie sur la réplique de ses partenaires. Avec Manon, elles partagent la technique du collage des mots : *« Quand je n'arrive pas à enchaîner deux phrases, je colle le dernier mot de la première au premier mot de l'autre, et j'essaye de trouver un sens à ce collage, de le mettre en image. »*

Et une fois la pièce terminée, le texte s'efface-t-il ? Pas tout à fait. *« Je pense que je nettoie ma mémoire, je le range quelque part,* explique Nathalie. *Mais il peut revenir à tout moment, sans prévenir. »* Le souvenir est là, latent, prêt à resurgir au détour d'une odeur, d'un mot, d'un geste. Parce qu'un texte, ça ne s'oublie jamais tout à fait. **VALÉRIE HANDWEILER**



ANDRE SAS/GAMMA

**Le comédien et chanteur Serge Reggiani** (1922-2004) en train de répéter son texte.

◆◆◆ six sessions d'une demi-heure – plutôt qu'une seule séance de trois heures. *« Avec le temps, nous oublions, ou plus exactement nous ne sommes plus capables d'accéder aux informations que nous avons apprises. Ces traces de mémoire doivent être réactivées régulièrement pour ancrer l'information dans le temps long »*, explique Laurence Taconnat, professeure en psychologie cognitive à l'université de Tours où elle enseigne notamment les mécanismes de mémorisation.

### Pour combattre l'oubli, espacez vos révisions

Cette idée découle entre autres des travaux du psychologue allemand Hermann Ebbinghaus qui, à la fin du XIXe siècle, s'acharna à retenir et tester sa mémorisation de quelque 2 300 syllabes combinant successivement une consonne, une voyelle et une consonne. Il tira de cette somme colossale de données une « courbe de l'oubli », montrant la mémorisation chuter de manière exponentielle avec le temps *(lire les Repères p. 10)*. Il nota cependant qu'après chaque nouvelle révision, la pente de la courbe semblait s'adoucir. Autrement dit, chaque révision ancre un peu plus l'information et ralentit le processus d'oubli.

Reste à savoir de combien de temps il faut espacer ces séances de mémorisation. *« On retrouve souvent l'idée qu'il faudrait rafraîchir sa mémoire juste au moment où l'on commence à oublier l'information, mais c'est toute la difficulté d'extrapoler les résultats de recherches menées dans des conditions expérimentales très contrôlées pour en faire des recommandations au quotidien »*, nuance le directeur de recherche au CNRS Franck Ramus. Avec l'équipe qu'il dirige à l'École normale supérieure, il a publié en 2021 une méta-analyse qui remet en question une autre stratégie fréquemment mise en avant : l'apprentissage expansé,

**Peter C. Brown, Henry L. Roediger et Mark A. McDaniel,** *Mets-toi ça dans la tête !*, Markus Haller, 2016

**Sébastien Martinez,** *Les Champions de la mémoire*, Premier Parallèle, 2023

**Site internet de l'Association des sports de mémoire (ASM) :** asmemoire.fr

**Le mooc de Franck Ramus,** « La psychologie pour les enseignants » : https://linktr.ee/moocpsycho

ou l'idée qu'il faudrait espacer de plus en plus les phases de révision pour un apprentissage optimal. *« C'est ce qui a été préconisé pendant des années, mais notre étude ne trouve pas de bénéfices nets à cette technique. En revanche, cela ne remet nullement en cause l'idée qu'il faut de toute façon espacer dans le temps les phases de révision ! »*

**Plutôt que de relire vos notes, testez vous-même vos connaissances !**

À ce stade, une question se pose : réviser ses connaissances de manière espacée, certes, mais sous quelle forme, si le surlignage et la simple relecture sont si peu utiles ? C'est là qu'intervient la seconde technique d'apprentissage plébiscitée par les cinq chercheurs américains… et tant d'autres. *« C'est probablement la technique qui fait le plus consensus dans la communauté scientifique, répliquée et validée par des centaines d'études »*, assure Franck Ramus. Celle-ci est on ne peut plus simple : plutôt que de relire vos notes, testez vous-même vos connaissances. *« Cela peut passer par des autotests – se poser des questions sur ce que l'on a retenu avant de vérifier si on a bon – ou créer soi-même des QCM, des textes à trous, organiser des quiz entre plusieurs membres d'un groupe de révision…* liste Mathieu Hainselin, maître de conférences en psychologie expérimentale à l'université de Picardie Jules-Verne. *Quel que soit le sujet, toutes les études montrent des effets vraiment nets. »* Un exemple parmi des centaines d'autres : dans une étude publiée en 2008, les chercheurs ont demandé à des étudiants d'apprendre du vocabulaire dans une langue étrangère, soit en le relisant régulièrement, soit en se testant régulièrement. Une semaine plus tard, le premier groupe avait retenu 36 % des mots en moyenne, contre 80 % dans le second groupe.

Ces deux grands piliers d'un apprentissage efficace, l'autotest et les révisions espacées, Sébastien Martinez ne les aborde pourtant pas immédiatement lorsqu'il prodigue ses formations pour booster la mémoire de salariés de grandes entreprises ou d'étudiants en médecine. *« Ces techniques sont très efficaces, mais elles peuvent faire peur aux non-initiés. Je préfère commencer par des méthodes beaucoup plus amusantes et stimulantes, comme les associations d'idées »*, explique cet ingénieur de formation, champion de France de mémoire 2015, devenu coach et passionné de compétitions dans ce domaine. Un comble pour celui qui disait détester apprendre par cœur pendant ses études, lui qui prépare désormais ses compétitions comme un sportif de haut niveau. De quoi, entre autres, redonner de tête une suite de 312 cartes à jouer ou de 402 chiffres – sur ce dernier exploit, il est cependant loin du champion du monde en titre, le Français Sylvain Arvidieu, qui détient le record de 1955 chiffres retenus en seulement quinze minutes, et avec qui il a créé en 2020 l'Association des sports de mémoire.

Pour accomplir de telles prouesses, Sébastien Martinez pioche dans une palette de moyens mnémotechniques ayant majoritairement recours aux images mentales. Selon le coach en mémoire, ces méthodes sont tout aussi pertinentes pour l'apprentissage au quotidien. *« Si, par exemple, vous souhaitez retenir la capitale du Mali, vous allez d'abord vous demander à quoi cela vous fait penser : peut-être avez-vous un ami qui y est allé récemment. Sinon, vous pouvez simplement jouer avec la phonétique. Vous pouvez ainsi penser au boxeur Mohammed Ali, "M. Ali". Pour la capitale, Bamako, vous pensez à un coup de poing, avec l'onomatopée "bam" et l'idée du KO en boxe. Vous construisez alors la scène la plus vivante possible, une image mentale avec le maximum de sensorialité : vous voyez Mohammed Ali donner un coup de poing, vous entendez le son "Bam" et vous imaginez le KO de son adversaire, tout cela avec la clameur du public, la sueur des sportifs, leur adrénaline… »*

La création d'associations mentales, si possible loufoques et très imagées, semble en effet diablement efficace pour mémoriser des informations brutes à court et moyen termes, explique Mathieu Hainselin. *« Cela donne du sens à des choses abstraites, et mobilise ce que l'on appelle l'effet de distinctivité : notre cerveau a tendance à mieux retenir les images incongrues, qui sortent de l'ordinaire. »* ◆◆◆

L'HONNORAT

**« AUTOTESTS, QUIZ À PLUSIEURS, QCM… QUEL QUE SOIT LE SUJET, TOUTES LES ÉTUDES MONTRENT DES EFFETS VRAIMENT NETS »**

**Mathieu Hainselin,** maître de conférences en psychologie expérimentale à l'université de Picardie Jules-Verne

MÉMOIRE FLASH

## Des vers plein la tête

**Quel point commun entre la *Macarena*, *YMCA* et *Vive le vent* ? Ces chansons s'avèrent particulièrement propices à se transformer en « vers d'oreille » (*earworm* en anglais), un terme peu ragoûtant qui désigne une musique tournant en boucle dans la tête, sans qu'on réussisse à s'en débarrasser. Ce phénomène toucherait entre 97 et 99 % de la population. En 2017, des chercheurs se sont basés sur 3000 réponses à un questionnaire en ligne sur le sujet pour disséquer les caractéristiques des chansons les plus fréquemment incriminées : un tempo plus rapide que la moyenne, certains intervalles particuliers entre les notes, une structure simple… Reste une question : comment ne plus y penser ? Plusieurs pistes : concentrer son attention sur autre chose (la lecture par exemple), écouter la chanson jusqu'au bout, ou la remplacer par une autre… tout aussi entêtante !**

YANN CHAVANCE

MAXSTOCKWORLDVIA MAXPPP

◆◆◆ Ces images mentales sont à la base de la plupart des méthodes utilisées dans les compétitions de mémoire (palais mental, système majeur, etc., *lire p. 39*). Dans ses formations, Sébastien Martinez les détourne pour les adapter à un contexte d'apprentissage plus classique : lister tous les os du corps humain pour les étudiants en médecine, ou mémoriser le plan et le contenu d'une présentation en entreprise. *« Cela permet de retenir plus efficacement des briques de connaissances de base, qui elles-mêmes forment un socle indispensable à la compréhension de sujets plus complexes »*, avance le champion de mémoire. En bref, de bons outils utiles dans certains cas particuliers, sans qu'elles puissent se substituer aux deux techniques d'apprentissage phares : les autotests et les révisions espacées.

**Même pour préparer le bac,** le bachotage n'est pas la solution ! Mieux vaut tester ses connaissances à plusieurs, en créant par exemple des groupes de révision. L'échange intellectuel facilite la mémorisation.

MATHIS LUCCHESE-TACONNAT

**« TOUT CE QUI ENTRE DANS UNE DÉMARCHE ACTIVE DE MÉMORISATION S'INSCRIRA PLUS DURABLEMENT QUE CE QU'ON LIT DE MANIÈRE PASSIVE »**

**Laurence Taconnat,** professeure en psychologie cognitive à l'université de Tours

Au-delà de ces méthodes essentielles, plusieurs concepts pourraient faciliter davantage la mémorisation. *« Il y a par exemple ce que l'on appelle l'apprentissage génératif, par lequel on va soi-même créer de la connaissance,* présente Franck Ramus. *Par exemple, en reformulant les informations à retenir, en les réorganisant, en questionnant les liens entre elles, en trouvant d'autres exemples pour les illustrer. On sort ici de la simple mémorisation pour améliorer aussi la compréhension et l'organisation des connaissances. »* Autre conseil complémentaire, essayer de relier les nouvelles informations à nos connaissances déjà acquises. *« Globalement, tout ce qui entre dans une démarche active de mémorisation s'inscrira bien plus durablement que ce qu'on a lu de manière passive »*, résume Laurence Taconnat. Apprendre plus efficacement sans y passer forcément plus de temps est donc possible… Mais cela ne pourra se faire sans quelques efforts, de la motivation et surtout un changement de ses habitudes.

Ce changement, justement, à l'aune des preuves scientifiques qui s'accumulent, est-il aujourd'hui en cours dans les salles de classe et sur les bancs des universités ? En ◆◆◆

# Quatre méthodes pour être au top

## Les flashcards

**Domaine :** toute information simple devant être mémorisée sur le long terme (vocabulaire, fait historique, culture générale…)
**Difficulté :** 3/5

Les flashcards, ou cartes mémoire, se présentent sous la forme de cartes (en format papier ou virtuelles) avec une question simple au recto et sa réponse au verso. Par exemple : *« Capitale de l'Australie / Canberra »*, ou *« Lieu de naissance de Mozart / Salzbourg »*. L'une des utilisations les plus courantes est connue sous le nom de système de Leitner : les cartes sont rangées dans plusieurs boîtes numérotées (généralement entre 3 et 7). Lorsqu'on trouve la bonne réponse sur une carte, celle-ci est déposée dans la boîte suivante, sinon elle retourne dans la boîte d'origine. Idéalement, les cartes de la boîte 1 devraient être testées quotidiennement, celles de la boîte 2 tous les deux jours, la boîte 3 tous les quatre ou cinq jours, etc. Cela nécessite un véritable travail de planification, mais particulièrement payant pour retenir un grand nombre d'informations (certains mémorisent ainsi des milliers de faits et dates en quelques mois !). Plusieurs applications, comme Anki ou Quizlet, reprennent ce système avec des cartes virtuelles, en ajoutant un algorithme plus complexe pour proposer les cartes les plus susceptibles d'être oubliées au bon moment.

## Le système majeur

**Domaine :** dates, nombres
**Difficulté :** 5/5

Très prisée dans les compétitions de mémoire, cette méthode associe chaque chiffre de 0 à 9 à une ou plusieurs consonnes : le 3 au *« m »*, le 4 au *« r »*, le 9 au *« p »* et au *« b »*, etc. Une fois ces associations intégrées, un nombre peut être transformé en mot utilisant ces consonnes : par exemple 34 pourra devenir *« marais »* et 93 *« boum »*. Associer ces images mentales entre elles pour créer une histoire permettra alors de retenir de grandes suites de nombres. Ainsi, 34-94-93 devient *« mon mari perd une pomme »*. Si l'apprentissage initial est long et fastidieux, il permet ensuite de retenir des quantités phénoménales de dates et de nombres.

## Les cartes heuristiques

**Domaine :** ensembles complexes de connaissances, révisions
**Difficulté :** 1/5

Aussi appelées cartes mentales ou *mind maps* en anglais, elles constituent un support plus efficace qu'une simple prise de notes pour comprendre (et donc mémoriser) de larges champs de connaissances. Il s'agit de placer le domaine à étudier au centre d'une page blanche. Pour rester dans le sujet, prenons ici la mémoire. Des flèches partiront ensuite de ce mot pour identifier cinq ou six thèmes s'y rattachant : les différents types de mémoire, les mécanismes neurologiques, les troubles liés à la mémoire, les méthodes de mémorisation, etc. Puis, chaque thème sera à son tour subdivisé pour obtenir une représentation visuelle du sujet sous forme d'arborescence. Pas de longues phrases ici, mais des mots, des chiffres clés, des concepts – si possible agrémentés de couleurs, de flèches, de dessins (un vélo pour la mémoire épisodique, un réseau de neurones, etc.). Le simple fait de réaliser une carte heuristique permet de tester ses connaissances, mais aussi d'identifier les informations centrales, de les hiérarchiser, de les relier entre elles… Bref, faire de l'apprentissage génératif.

## Le palais mental

**Domaine :** listes d'objets ou d'informations, potentiellement dans l'ordre
**Difficulté :** 2/5

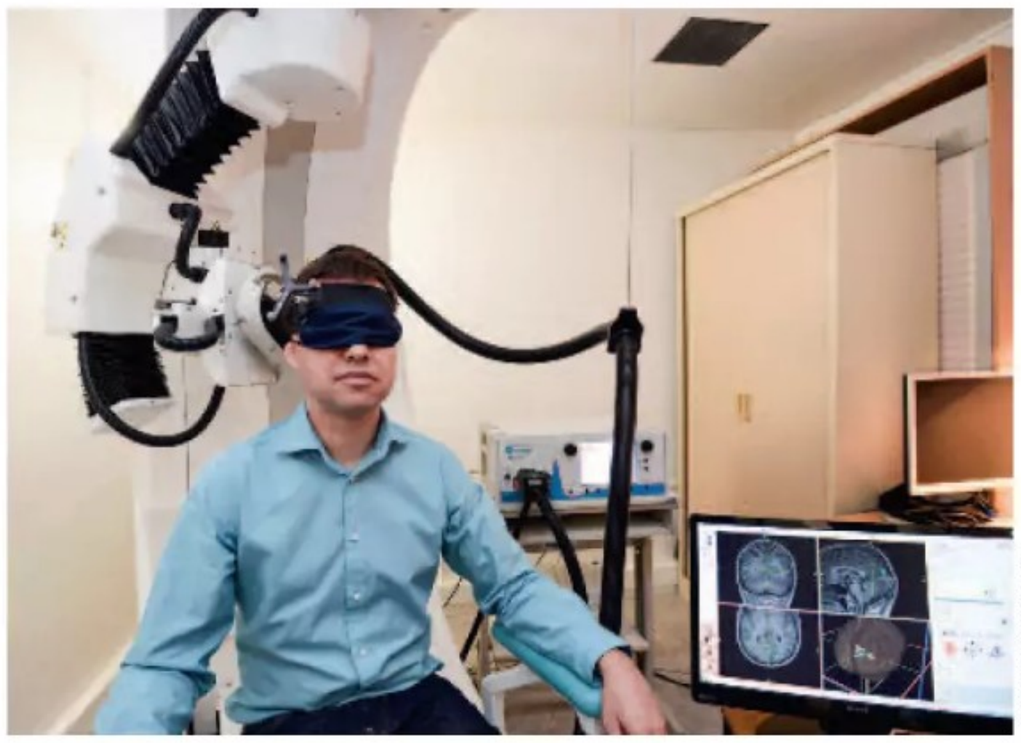
Probablement l'une des plus anciennes techniques de mémorisation, connue dès l'Antiquité sous le nom de méthode des *loci* (lieux en latin). La première étape consiste à construire une image mentale très précise d'un lieu – pour vous aider, choisissez un endroit réel que vous connaissez déjà bien, comme votre maison ou le square à côté de chez vous. Ensuite, vous disséminerez les éléments à retenir à différents endroits de votre palais, si possible avec des images mentales fortes et incongrues. Pour retenir votre liste de courses, imaginez une vache allongée sur votre canapé, des tomates écrasées sur le sol, un dentier accroché au lustre… Difficile alors d'oublier que vous devez acheter du lait, du ketchup et du dentifrice. En disposant ces éléments le long d'un parcours prédéfini au sein de ce palais, vous pourrez même retenir l'ordre desdits éléments. En combinant cette technique à d'autres, comme le système majeur, il devient possible de retenir une longue frise chronologique ou les trente premières décimales de *pi*.

## Quand le courant passe, l'oubli trépasse…

Peut-on augmenter sa mémoire à coups de décharges électriques ? Il semblerait que oui, grâce à une approche non invasive : la stimulation transcrânienne par courant alternatif. Cette technique consiste à stimuler une région spécifique du cerveau avec un courant électrique appliqué sur le cuir chevelu. À la différence des électrochocs d'antan, ces impulsions ne sont pas douloureuses et parviennent à déclencher des influx nerveux dans les neurones de la zone ciblée sans causer d'inconfort. La méthode a été testée un grand nombre de fois ces deux dernières décennies, comme le rapporte une méta-analyse publiée en mai 2023 dans *Science Translational Medicine* par des chercheurs de l'université de Boston (États-Unis). Celle-ci a regroupé les résultats d'une centaine d'études englobant près de 3 000 participants, principalement des personnes jeunes (âge moyen : 31 ans) et en bonne santé. Conclusion : la stimulation transcrânienne aurait un effet positif statistiquement significatif sur la mémoire à court terme, mais aussi sur la mémoire à long terme et sur d'autres facultés cognitives. Ces bénéfices étaient visibles durant l'intervention mais surtout après, ce qui suggère que la stimulation a un effet durable sur l'activité neuronale. Pendant combien de temps ? On l'ignore encore, car les études n'ont pas suivi les participants plus de quelques mois. Notons que le niveau de preuve est peu élevé, car très peu de ces études se fondent sur des essais randomisés contrôlés.

La stimulation transcrânienne semble également efficace pour pallier certaines failles cognitives liées au vieillissement ou à des problèmes neurologiques. Selon cette même méta-analyse, les personnes âgées et les patients souffrant de dépression, d'épilepsie ou encore de la maladie de Parkinson présentaient elles aussi une nette amélioration de leur mémoire après cette intervention. Des résultats confirmés en août 2024 par une autre méta-analyse, publiée dans *Frontiers in Human Neuroscience,* qui s'est focalisée, quant à elle, sur les études concernant les personnes présentant des troubles cognitifs légers, stade qui précède la démence. Onze études ont été analysées, avec un total de 406 patients, concernant d'autres techniques de stimulation transcrânienne. Il s'agit notamment de la stimulation transcrânienne par courant direct – le courant passe à travers les régions cérébrales à stimuler – et de la stimulation magnétique transcrânienne, qui utilise un champ magnétique pour stimuler une zone spécifique du cortex cérébral. Ces deux techniques parvenaient à améliorer significativement la mémoire des patients, et cet effet positif perdurait pendant au moins un mois. Il est donc possible que dans un futur proche elles soient utilisées pour traiter les troubles de la mémoire… Mais il faudra être patient, car, selon les auteurs, ces résultats doivent être confirmés par des études plus larges.

**NICOLAS GUTIERREZ C.**



FREDERICK FLORIN / AFP

**L'une des méthodes** consiste à stimuler une zone du cerveau par un champ magnétique, avec des effets positifs pendant un mois.

◆◆◆ d'autres termes, les flashcards et autres autotests ont-ils remplacé les surligneurs ? *« C'est loin d'être parfait, mais il me semble quand même observer un mouvement de fond depuis quelques années, avec une meilleure connaissance des bonnes stratégies au sein du corps enseignant comme des élèves »*, note Mathieu Hainselin, qui consacre une partie de son temps de travail à intervenir dans les écoles, collèges, lycées et universités. Une manière de transmettre de nouvelles habitudes d'apprentissage, mais aussi d'étudier comment celles-ci peuvent être adoptées – ou non – via des recherches expérimentales menées dans les salles de classe.

Franck Ramus a quant à lui créé un cours en ligne gratuit à destination des enseignants, afin de former massivement ces derniers aux meilleures stratégies de transmission des connaissances. *« Il y a un intérêt grandissant pour le sujet chez les professeurs, mais la majeure partie des étudiants continue aujourd'hui d'utiliser les méthodes les moins efficaces. Tout cela se diffuse, mais plutôt lentement. »* Selon lui, il faudrait que cette question des stratégies d'apprentissage, pourtant présente dans le socle commun de l'Éducation nationale depuis 2015, soit enseignée dès l'école primaire. Mieux apprendre devrait ainsi constituer le premier des apprentissages.

**YANN CHAVANCE**

**Aline Cordonnier**

Chercheuse en psychologie cognitive à l'Université catholique de Louvain, spécialiste de la mémoire collective et de la mémoire autobiographique

# « La Seconde Guerre mondiale fait partie de ma mémoire collective »

Les souvenirs partagés avec notre groupe social s'inscrivent en nous de manière intime et contribuent à forger notre identité. Que nous les ayons vécus ou non.

OLIVIER LUMINET

**Que désigne le concept de mémoire collective ?**
Il a été développé par le sociologue français Maurice Halbwachs (1877-1945) il y a tout juste cent ans. Il considérait que la mémoire individuelle isolée ne pouvait exister en dehors de ce qu'il appelait les « cadres sociaux de la mémoire », titre de son livre publié en 1925. L'être humain étant socialisé dès sa naissance, ce sont les croyances partagées d'un groupe et ses expériences collectives qui façonnent la signification des souvenirs individuels. La mémoire collective désigne donc l'ensemble des souvenirs partagés par les membres d'un groupe social, et qui contribuent à définir l'identité de celui-ci, qu'on les ait ou non vécus : par exemple, je n'ai pas vécu la Seconde Guerre mondiale, et pourtant elle fait partie de ma mémoire collective. Plus tard, sous l'influence – entre autres – de l'historien Pierre Nora, la définition a été étendue à la représentation du passé adoptée par un groupe social et à ce qu'il choisit de patrimonialiser : les lieux de mémoire, des commémorations aux statues et aux noms de rues…

**La mémoire collective n'est donc pas l'Histoire ?**
L'Histoire se concentre sur les faits, et tente de maintenir une distance objective pour décrire et expliquer les événements passés. La mémoire collective s'intéresse moins à la vérité qu'à la représentation du passé adoptée par un groupe social afin de créer ou maintenir son identité. Elle aide aussi à définir les alliés de ce groupe, tout comme ses ennemis. C'est flagrant par exemple dans le conflit israélo-palestinien. Cela dit, les frontières entre Histoire et mémoire collective sont poreuses, car l'une ne va pas sans l'autre.

**Comment définir la mémoire autobiographique ou individuelle ?**
C'est la mémoire en lien avec le soi. Longtemps, on n'y a mis que le passé, les souvenirs et connaissances personnels. De plus en plus, on élargit cette notion, notamment aux éléments familiaux et intergénérationnels, aux souvenirs vicariants, c'est-à-dire ceux d'événements que nous n'avons pas vécus mais qui sont arrivés à des proches, parents ou amis intimes, et qui peuvent avoir un impact sur la représentation de soi. Par exemple, avoir un grand-père qui fut résistant durant la Seconde Guerre mondiale a une influence sur la manière dont on se considère soi-même.

**Comment s'articulent ces deux mémoires ?**
Elles ont des fonctions communes : pour l'individu, se souvenir de son passé aide à savoir qui l'on est et donc à imaginer un futur. Collectivement, aussi : quand un groupe décide de se souvenir d'un certain passé, c'est que cela contribue à préserver une identité positive du groupe et à envisager le futur collectif. Évidemment, elles ne sont pas indépendantes : je conceptualise ce lien sous la forme d'un sablier qu'on peut retourner. En haut, le collectif (contextes historiques, politiques, sociaux, culturels, croyances et perceptions prédominantes…) ; en bas, l'individu (vécu et croyances personnels…). Et au milieu, la famille qui joue un rôle de filtre, de point de rencontre entre l'Histoire officielle et l'histoire vécue (privée, intime). Chaque grain de sable – chaque souvenir collecté – a un impact sur l'individu. Mais le sablier peut aussi être inversé, car ce sont les individus – et non les groupes auxquels ils appartiennent – qui se souviennent, et c'est le poids de leurs souvenirs qui influence la manière dont l'Histoire et les sociétés représentent le passé.

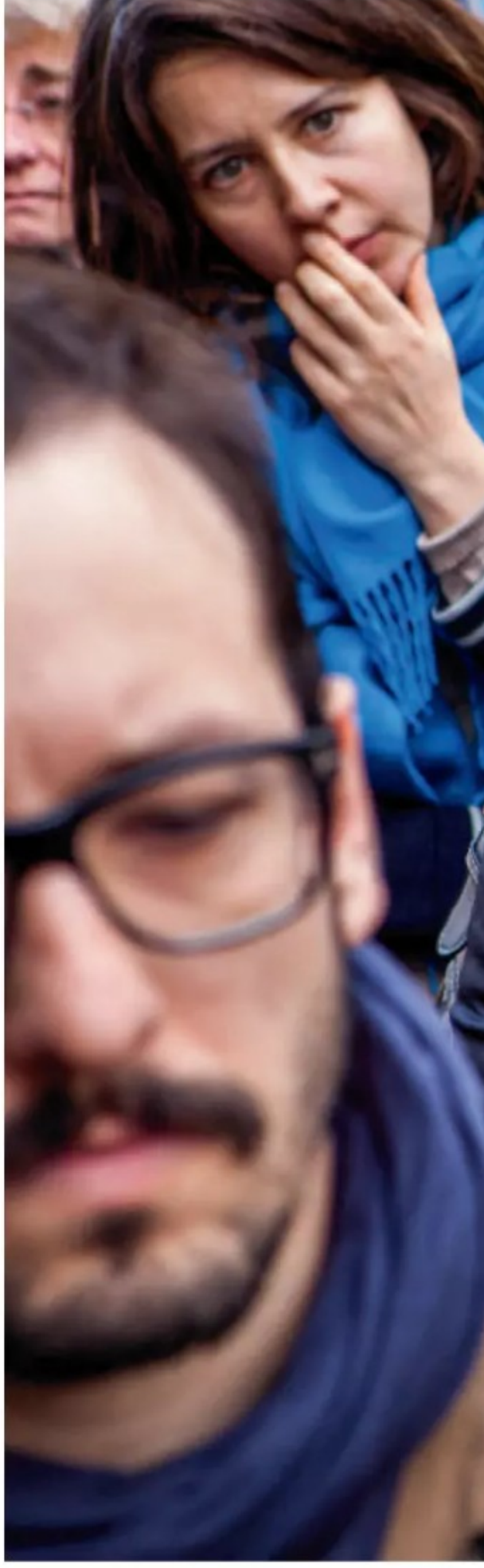
**PROPOS RECUEILLIS PAR ÉLIANE PATRIARCA**

# Quand la mémoire **défaille**

GETTY IMAGES

La mémoire peut être affectée par des troubles de toutes sortes, qu'ils soient causés par un accident de la vie ou une pathologie au long cours. Neuroscientifiques et psychologues décryptent au plus fin les mécanismes qui les sous-tendent, inventant constamment de nouvelles thérapeutiques.

# APRÈS UN CHOC, RÉPARER LES VIVANTS



Les attentats du 13 novembre 2015 ont stimulé la recherche sur le trouble de stress post-traumatique. Dix ans plus tard, on connaît mieux les mécanismes qui conduisent les victimes à revivre ce cauchemar, mais aussi les thérapies favorisant la résilience.

*Il suffit parfois d'un son, d'une image ou d'un autre stimulus évocateur pour que certains traumatisés revivent le choc qu'ils ont subi jusque dans leur corps. Par exemple, qu'ils soient repris par les mêmes tremblements que ceux dont ils ont été pris ce soir-là, au Bataclan »*, raconte Jacques Dayan, pédopsychiatre et coresponsable scientifique du programme de recherche 13-Novembre. Le soir du 13 novembre 2015, un groupe de dix terroristes commettait une série d'attentats quasi simultanés à Paris et Saint-Denis. Des explosions retentissaient aux abords du Stade de France, tandis que des fusillades éclataient sur des terrasses des Xe et XIe arrondissements de Paris. Quelques minutes plus tard, trois terroristes pénétraient dans la salle du Bataclan en plein concert et tiraient sur la foule.

Ces attentats figurent parmi les plus meurtriers d'Europe. On dénombre 131 morts, 413 blessés physiques et près de 1 300 blessés psychiques, civils ou professionnels, dont des pompiers, policiers, médecins intervenus sur les lieux des crimes. Face à l'ampleur de la catastrophe, des scientifiques de l'université Paris I-Panthéon Sorbonne, du CNRS et de l'Inserm lancent le programme de recherche 13-Novembre, qui vise à mieux comprendre les effets du traumatisme sur le cerveau. Des mécanismes sous-jacents aux facteurs de résilience jusqu'à la transmission intergénérationnelle, les études 1000, Remember, Care, Espa et Crédoc éclairent d'un jour nouveau les répercussions des traumatismes.

*« Après un an, la moitié des personnes exposées aux attentats et qui avaient participé aux études présentaient un trouble de stress post-traumatique »*, rapporte Francis Eustache, chercheur en neuropsychologie à l'Inserm impliqué dans le programme 13-Novembre *(lire aussi p. 6-9)*. Ce type de trouble peut se développer chez les victimes et les témoins d'un événement violent collectif comme un attentat, mais aussi lors d'un épisode de la vie privée comme un accident, une agression sexuelle… Il devient pathologique lorsque ses manifestations durent plus de quatre semaines. Généralement, celles-ci disparaissent spontanément après trois mois mais, pour 20 % des personnes qui en sont atteintes, le syndrome devient chronique.

## Hypervigilance, cauchemars, troubles du comportement alimentaire…

*« Le cerveau met en place des mécanismes de défense psychiques spontanés pour faire face à un événement violent*, précise Jacques Dayan *: la dissociation, qui est une déconnexion du corps et de la pensée, mais aussi le déplace-*

**Podcast**
« Comment les traumas impactent le cerveau ? », France Inter, https://sciav.fr/InterTraumas

**Francis Eustache, Hélène Amieva, Thierry Baubet, Jean-Gabriel Ganascia, Robert Jaffard et al.,** *Mémoire et traumatisme*, Dunod, 2023

**Francis Eustache, Sandra Hoibian, Carine Klein Peschanski, Jörg Müller, Denis Peschanski,** *Faire face. Les Français et les attentats du 13-Novembre*, Flammarion (à paraître le 29 octobre)

LAHC ENEA BIB/ DIVERGENCE

**Une minute de silence** en mémoire des victimes du café-restaurant La Belle Équipe, à Paris, trois jours après les attentats qui, le 13 novembre 2015, à Saint-Denis et dans la capitale, ont fait 131 morts et plus de 400 blessés.

*ment qui permet de rediriger l'émotion vers un autre objet ou une autre situation, l'évitement, le déni, etc. S'ils ne s'estompent pas, ils peuvent aboutir à une phobie, un trouble dissociatif de l'identité* (lire aussi p. 56-58) *ou un trouble obsessionnel compulsif.* » Les symptômes du trouble de stress post-traumatique, très variables, dépendent de nombreux facteurs liés à l'événement lui-même, mais aussi à l'individu et à son environnement : hypervigilance, cauchemars, troubles du comportement alimentaire, flash-backs, pensées intrusives…

« *Je suis devenue très sensible aux différentes odeurs de lessive*, révèle ainsi Éloïse, victime d'agressions sexuelles dans son enfance. *En quelques secondes, un parfum peut me ramener au moment des faits, avec la même intensité émotionnelle que ce que j'ai ressenti alors.* »

Cette sensation d'intrusion que décrit Éloïse, beaucoup de victimes de traumatismes en font l'expérience : il suffit d'un stimulus sensoriel pour réactiver les circuits neuronaux de l'expérience vécue, dont le système limbique, qui associe les émotions à un souvenir. « *Ce qui fait toute la différence avec un souvenir classique, c'est que l'on revit son traumatisme au présent* », indique Francis Eustache. Tous les jours, chacun d'entre nous refoule des pensées intrusives. C'est ainsi que nous parvenons à chasser l'image de la plage qui nous attend lorsque nous devons nous mettre à travailler, ou que nous réussissons à faire abstraction des petites contrariétés de la journée afin de nous endormir. Chez les victimes, cette inhibition est perturbée : « *Juste après mon traumatisme, je n'arrivais pas à faire face à la moindre préoccupation, au moindre problème. Tout prenait une ampleur démesurée, sans que je puisse passer à autre chose* », témoigne Éloïse. ◆◆◆

JACQUES DAYAN

**« FACE À UN ÉVÉNEMENT VIOLENT, LE CERVEAU MET EN PLACE DES MÉCANISMES DE DÉFENSE SPONTANÉS, COMME LE DÉNI, L'ÉVITEMENT OU LA DISSOCIATION »**

**Jacques Dayan,** pédopsychiatre, coresponsable scientifique du programme de recherche 13-Novembre

◆◆◆ Étudier ce trouble de l'inhibition est l'un des objectifs du programme 13-Novembre. Et pour mieux le comprendre, il faut se pencher sur la réaction du cerveau lorsqu'il est confronté au choc d'un traumatisme. En réponse au stress intense d'une telle situation, une cascade d'hormones y afflue. Des cellules, en particulier les neurones, sécrètent notamment des molécules d'adrénaline qui suractivent l'amygdale, siège des émotions, plongeant ainsi l'organisme dans un état d'alerte. Le cœur s'emballe, la respiration s'accélère… Et plus la réaction est forte, plus le risque de développer un trouble de stress post-traumatique chronique est élevé, d'après une étude de Jacques Dayan. *« On se retrouve surstimulé par l'environnement, incapable de réguler ses pensées correctement car le cerveau est envahi par les stimuli externes »*, éclaire Pierre Gagnepain, chercheur en neurosciences au CNRS et responsable scientifique de l'étude Remember du programme 13-Novembre. L'hippocampe, sorte de bibliothèque de la mémoire, n'est alors plus capable de consolider correctement le souvenir en lui donnant un contexte : celui-ci se fige. Contrairement aux autres, il ressurgit à l'identique et de manière incontrôlée. Mais pourquoi ?

Grâce aux images IRM des participants de l'étude Remember, les chercheurs ont pu déceler des singularités dans le fonctionnement du cerveau des personnes atteintes de trouble de stress post-traumatique. *« On observe un découplage entre l'hippocampe et certaines aires cérébrales, notamment le cortex préfrontal, qui joue un rôle essentiel dans l'inhibition des pensées intrusives »*, révèle Francis Eustache. L'hippocampe lui-même est affecté. Une étude de la neuropsychologue Charlotte Postel montre que sa densité est moindre. *« Mais ce n'est absolument pas irréversible,* précise Francis Eustache. *Chez les personnes qui sont rétablies, l'hippocampe retrouve un volume et une densité de neurones com-*

LUCIE MACH/HANS LUCAS VIA AFP

**Responsable scientifique** de l'étude Remember, Pierre Gagnepain étudie, ici sur des images IRM, l'impact des attentats sur le fonctionnement du cerveau des victimes présentant un trouble de stress post-traumatique.

## L'amnésie traumatique, ou quand le contexte s'évanouit

Une mémoire en bonne santé fonctionne de manière dite « associative » ou « intégrée » : elle enregistre les souvenirs en les associant aux émotions ressenties sur le moment et à des détails spatiotemporels. On se souvient par exemple de moments heureux – un mariage ou une naissance – en se remémorant le lieu et les personnes présentes. Lorsqu'une personne subit un événement traumatique, qui menace sa survie ou est lié par exemple à une agression sexuelle, il arrive que sa mémoire ne puisse plus intégrer ces éléments de contexte. Elle n'a donc plus de repère pour solliciter ses souvenirs. On parle alors d'amnésie dissociative ou plus communément d'amnésie traumatique. *« Les souvenirs sont enregistrés, mais ils ne sont pas consciemment accessibles »*, précise Géraldine Tapia, maîtresse de conférences en psychopathologie à l'université de Bordeaux.

Les mécanismes biologiques de l'amnésie traumatique sont mal connus, les études expérimentales ne pouvant être menées – pour des raisons éthiques – que sur des animaux. *« On suppose qu'il s'agit d'un défaut de fonctionnement de l'hippocampe et du cortex frontal qui, en temps normal, sont là pour donner des éléments de contexte aux signaux d'alerte reçus par l'amygdale »*, complète la chercheuse. Ces souvenirs isolés peuvent ressurgir plusieurs années après, réactivés par des stimuli sensoriels qui rappellent la scène traumatique et permettent à la mémoire de se « réassocier » : la couleur d'un paréo sur une plage rappelant celle du tee-shirt porté par le violeur, l'anneau d'un rideau qui scintille évoquant le métal de l'arme de l'agresseur… Des souvenirs qui sont vécus le plus souvent avec une grande charge émotionnelle.

## Boire, puis oublier

À écouter votre entourage, pas de doute : vous avez mis une sacrée ambiance au cours de la soirée d'hier. Mais impossible de vous souvenir de vos exploits. En cause, un excès d'alcool, responsable de trous de mémoire communément appelés « black-out ». *« C'est un phénomène dont il faut se méfier. Sur le moment, vos comportements ne sont pas inhibés. Votre cerveau fonctionne. Simplement, il n'imprime plus les souvenirs »*, prévient Mickaël Naassila, professeur de physiologie, directeur du Groupe de recherche sur l'alcool et les pharmacodépendances à l'université de Picardie Jules-Verne. Le mécanisme est bien connu : l'alcool perturbe le fonctionnement des connexions neuronales au niveau de l'hippocampe, région cérébrale impliquée dans la consolidation de la mémoire à long terme. De tels effets surviennent à partir de doses d'alcool élevées – autour de 1,5 gramme par litre de sang – et sont d'autant plus marqués que l'on boit vite. Chacun d'entre nous peut y être exposé, les femmes – du fait de leur plus faible corpulence – étant plus à risque que les hommes. L'alcool n'est d'ailleurs pas la seule molécule capable de nous faire oublier notre vécu. Le GHB (dite « drogue du violeur ») ou les benzodiazépines (lorsqu'elles sont ajoutées au verre d'alcool) procèdent du même mécanisme, mettant en danger de nombreuses victimes.

*parables à ceux des participants contrôle, à mesure que les symptômes régressent. »*

Cette plasticité est un indice de résilience, c'est-à-dire de la capacité à surmonter l'adversité. Une faculté que l'équipe de Pierre Gagnepain a évaluée grâce à un exercice difficile : le think / no think. Les participants ont appris à associer un mot – « table », par exemple – à une image – un ballon de foot. Lorsqu'ils étaient allongés dans l'appareil IRM, un mot s'affichait devant leurs yeux. S'il était écrit en rouge, ils devaient repousser volontairement l'intrusion de l'image qui avait été associée. Cette gymnastique implique directement le cortex préfrontal, qui inhibe les pensées indésirables. Les chercheurs, qui ont publié leur étude dans *Science Advances*, ont montré que l'inhibition était moins efficace chez les personnes atteintes de trouble de stress post-traumatique. Et que parmi elles, celles qui avaient obtenu les meilleurs résultats ont présenté par la suite une plus grande rémission des symptômes. Plus étonnant encore : d'autres travaux ont montré qu'il était plus efficace de repousser l'intrusion – contrôle réactif – que de tout faire pour ne pas être confronté aux éléments déclencheurs – contrôle prédictif.

Alors, peut-on modeler consciemment sa résilience ? Oui, et cela pourrait même représenter une piste thérapeutique intéressante, selon les scientifiques. Par exemple au moyen d'un exercice similaire au think / no think, ou même en renforçant la production de nouveaux neurones dans l'hippocampe : *« La neurogenèse participe fortement à l'établissement d'une mémoire saine après un traumatisme*, souligne Pierre Gagnepain. *Elle permet notamment de bien séparer les traces mnésiques des différents souvenirs. Et la bonne nouvelle, c'est qu'on peut la stimuler, grâce à l'exercice physique, par exemple ! »*

CYRIL LENTZMANN/DIVERGENCE POUR SCIENCES ET AVENIR

« CE QUI FAIT TOUTE LA DIFFÉRENCE AVEC UN SOUVENIR CLASSIQUE, C'EST QUE L'ON REVIT SON TRAUMATISME AU PRÉSENT »

**Francis Eustache,**
coresponsable du programme 13-Novembre

### Les survivants transmettent aussi à leurs enfants des facteurs de résilience

La résilience ne résulte donc pas seulement d'une combinaison de facteurs biologiques, tels qu'une prédisposition génétique ou une régulation hormonale efficace. Elle se travaille. Au cours de la vie, plusieurs mécanismes d'adaptation peuvent la stimuler ou, au contraire, nous rendre plus vulnérables. *« Faire face à des frustrations ou à des situations désagréables à dose homéopathique, si je peux dire, entraîne notre résilience*, explique Pierre Gagnepain. *En revanche, bien sûr, un traumatisme fragilise… Pour mieux comprendre cette ambivalence, il faut imaginer une courbe en U inversé. À dose raisonnable, des situations difficiles stimulent le système, mais quand ces traumatismes sont sévères, tout s'effondre. »* L'équipe de Jacques Dayan a ainsi montré qu'on ◆◆◆

**MÉMOIRE FLASH**

## Comme un air de déjà-vu

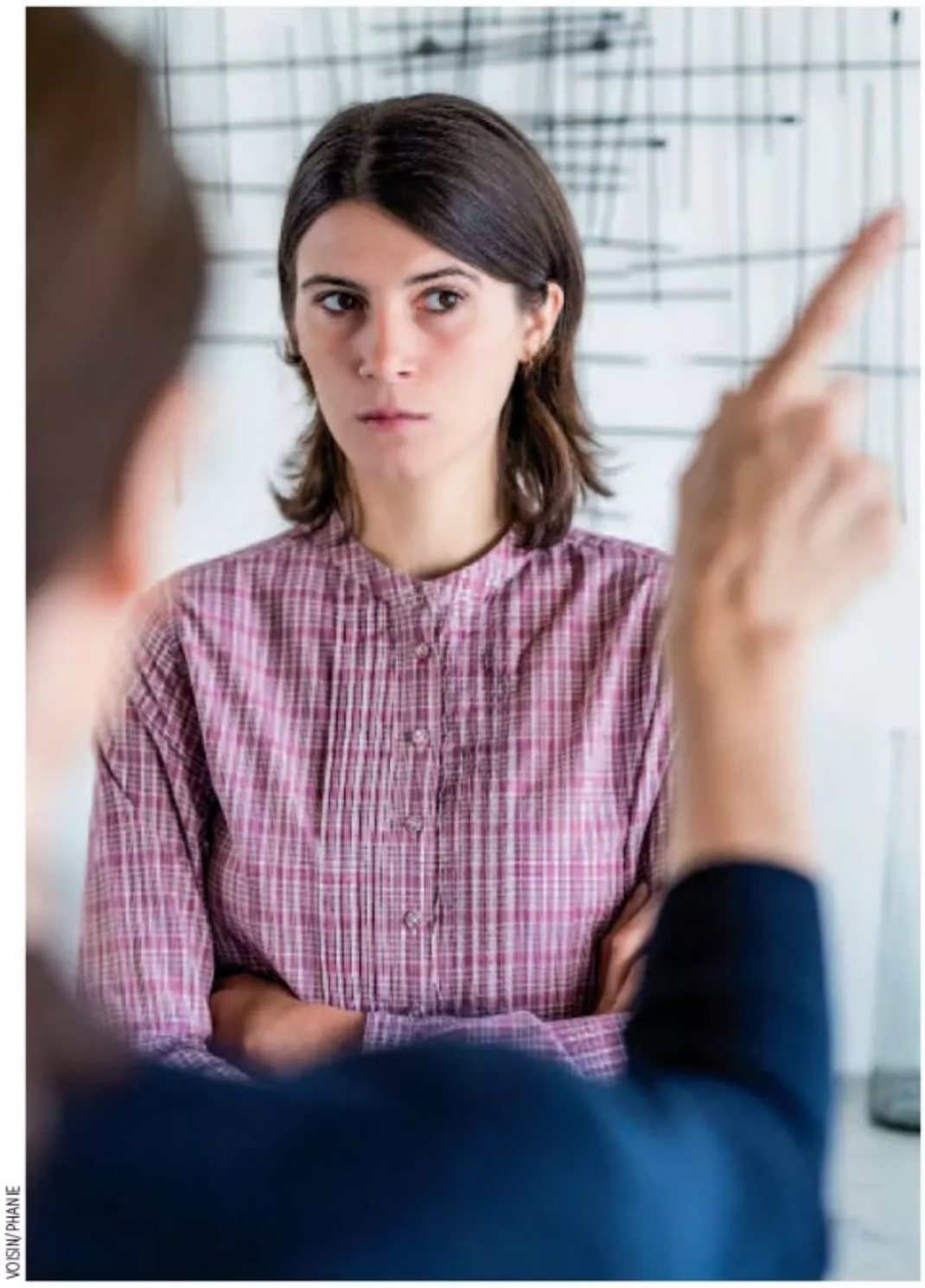
**Vous entrez dans une pièce, discutez avec un ami… et voilà que vous avez cette fugace et étrange sensation de déjà-vu. Des études observationnelles ont permis de déterminer que 60 % de la population avait déjà expérimenté le phénomène et que celui-ci tendait à disparaître avec l'âge. Mais il est bien difficile de comprendre ce qu'il se passe dans notre cerveau à ce moment. Des expériences ont été menées, en reproduisant en laboratoire certaines particularités du déjà-vu ou en étudiant des personnes épileptiques, réputées expérimenter cette sensation plus fréquemment… En vain. Plusieurs théories s'affrontent encore aujourd'hui : une inactivation temporaire du cortex rhinal – une zone du cerveau impliquée dans la mémorisation –, un mécanisme de défense contre les faux souvenirs, ou encore des similitudes spatiales entre le souvenir d'un endroit et le lieu où l'on se trouve.**

**YANN CHAVANCE**

◆◆◆ est plus enclin à développer un trouble de stress post-traumatique et une anxiété pathologique quand on a déjà vécu un ou plusieurs autres traumatismes. En témoigne son étude sur la pandémie de Covid-19 : *« L'anxiété des personnes traumatisées par les attentats du 13-Novembre atteignait bien plus souvent un niveau pathologique lors du confinement que celle des participants non exposés. »*

Plusieurs travaux ont montré que les symptômes d'une mémoire traumatique peuvent se transmettre aux futures générations par des modifications épigénétiques de l'ADN, *(lire l'encadré ci-dessous)*. Mais qu'en est-il des enfants déjà nés ? Pour le programme 13-Novembre, Jacques Dayan et la neuropsychologue Bérengère Guillery étudient les répercussions du traumatisme des parents sur la famille : *« Les premières informations recueillies nous amènent à penser que les enfants ne souffrent pas de stress post-traumatique à proprement parler, mais que certains peuvent en manifester des symptômes. »* L'hypervigilance ou l'évitement, par exemple.

Mais Jacques Dayan souligne que cette transmission n'est pas systématique. Et surtout, elle n'est pas seulement négative ! Les parents exposés à un traumatisme peuvent aussi transmettre ce qui leur a permis de résister : des facteurs de résilience qui s'expriment dans leur façon d'appréhender la vie, la frustration, etc., et dont les enfants sont témoins.



VOISIN/PHANIE

**Proche de l'hypnose, l'EMDR** (Eye Movement Desensitization and Reprocessing) repose sur des mouvements oculaires. Cette technique soulage les personnes souffrant de traumatismes psychiques.

## Femme traumatisée, petite-fille stressée

Gaza, Ukraine, Soudan, Birmanie… Les enfants des victimes de violences extrêmes, notamment de conflits armés, sont susceptibles de développer des troubles post-traumatiques. Cette vulnérabilité s'explique non seulement par les conditions matérielles et psychologiques liées à la guerre, mais aussi par une mémoire biologique des traumas. En situation de stress « courant », le corps humain libère des hormones spécifiques, dont le cortisol, qui permettent à l'organisme de se mobiliser. Mais un stress intense et répété peut entraîner des modifications dites épigénétiques de l'ADN – la séquence ADN ne change pas, mais l'expression des gènes liée à la régulation du stress est durablement influencée, ce qui peut affaiblir cette réponse lors de futurs épisodes. Des chercheurs des universités de Floride et d'Amman (Jordanie) ont montré qu'une femme peut transmettre ces marques épigénétiques à son fœtus, par l'intermédiaire de ses gamètes. Si l'enfant à naître est une fille, ses ovules, formés avant la naissance – contrairement aux gamètes mâles qui ne sont pas produits avant l'adolescence –, peuvent eux aussi transmettre ces marques à la troisième génération. *« L'enfant aura peut-être une moins bonne résilience biologique au stress*, explique Ariane Giacobino, ancienne professeure de génétique à l'université de Genève. *Mais cette transmission épigénétique ne semble pas systématique. Il faut poursuivre les recherches. »*

**ÉNOLA TISSANDIÉ**

*« Le trouble de stress post-traumatique naît d'une rencontre entre une personne et un environnement délétère à un instant* t, *mais il évolue aussi en fonction de ses interactions ultérieures »*, signale Francis Eustache. Le soutien social – la présence des proches, notamment – joue un rôle particulièrement important. L'évolution post-traumatique est un processus dynamique, qui passe notamment par la reconnaissance. *« Pour un événement collectif comme celui de 2015, il est important de parler de tous les attentats du 13-Novembre et pas seulement de celui du Bataclan, par exemple, afin que certaines victimes ne se sentent pas invisibilisées »*, ajoute-t-il. Le soutien peut aussi passer par des associations, et bien sûr par différentes thérapies qui visent à rendre le souvenir supportable. La thérapie d'exposition repose ainsi sur la confrontation progressive aux éléments angoissants, tels que des sons ou des images.

### Une thérapie efficace pour diminuer la charge émotionnelle et réorganiser la mémoire

*« Grâce à l'EMDR* (désensibilisation et retraitement par les mouvements oculaires, *ndlr*), *qui a des points communs avec l'hypnose, mes cauchemars ont quasiment disparu »*, témoigne Éloïse. Cette psychothérapie repose sur des mouvements oculaires alternés, les yeux suivant par exemple une baguette. Elle permet de réorganiser la mémoire traumatique et la façon dont elle est stockée afin de diminuer la charge émotionnelle qui lui est associée. Des chercheurs néerlandais ont même réussi à renforcer l'effet bénéfique de cette thérapie en stimulant sa consolidation pendant la nuit à l'aide d'un stimulus sonore. *« Cette idée est d'autant plus pertinente qu'il existe une parenté, non encore parfaitement élucidée, entre les mécanismes en jeu dans l'EMDR et dans certaines phases du sommeil où sont observés des mouvements rapides des yeux »*, réagit Francis Eustache, enthousiaste.

D'ici deux ans, le programme de recherche transdisciplinaire 13-Novembre devrait livrer ses derniers résultats. Ces travaux, qui ont pu voir le jour grâce à la détermination dont ont fait preuve les victimes, constituent à la fois un corpus historique de témoignages et un nouveau faisceau d'indices afin d'améliorer la prise en charge des victimes de traumatisme.

**MARIE PARRA**



## David Querolle

Journaliste présent au Bataclan le 13 novembre 2015

# « La cicatrice restera, même si je vis sans sa douleur »

**Quels sont vos souvenirs de cet instant ?**

Des cris superposés au bruit des tirs, l'odeur âcre qui a envahi la salle. Des personnes sont tombées sur moi et j'ai pensé que je vivais ma dernière heure. Une poussée d'adrénaline m'a permis de m'extirper de la foule et j'ai réussi à rejoindre la sortie de secours qui était ouverte. J'ai couru longtemps pour m'éloigner de là. Je comprenais ce qui se passait, mais j'étais dans un état de sidération. Quand j'ai réussi à retrouver l'ami avec lequel j'étais au concert, et que j'avais perdu, on s'est étreints longuement, et on a cherché à se mettre en sécurité dans un hôpital. Mais tout me paraissait suspect, et je n'arrêtais pas de penser aux personnes qui étaient encore à l'intérieur. J'étais terrorisé, je savais que ce serait un massacre. Ce n'est qu'une fois dans le taxi que je me suis senti en sécurité.

**Comment s'est manifesté votre stress post-traumatique ?**

C'est devenu une obsession. Pendant plus d'un an, j'ai été incapable de fréquenter un lieu public. Et quand j'ai réussi à retourner au restaurant, je m'asseyais systématiquement face à la porte d'entrée. J'avais besoin d'un certain contrôle. J'avais une peur irrationnelle que cela se produise à nouveau, et je m'y préparais. J'étais dans un état d'hypervigilance.

**Aujourd'hui, vous dites que votre « convalescence » est terminée. Qu'est-ce qui vous a permis d'avancer ?**

C'est un tout : une prise en charge efficace, le soutien sans faille de mes proches, et les petites choses que j'ai réussi à mettre en place pour ne pas sombrer. Le lendemain des attentats, je me suis rendu aux urgences psychiatriques, conscient que j'avais besoin de prendre rapidement les choses en main. Ma thérapie a duré deux ans. Peu à peu, les symptômes ont disparu. Ce n'est qu'après huit ans, et par hasard, que je me suis retrouvé devant le Bataclan. Mais je ne retournerai jamais assister à un concert là-bas. J'aurais l'impression de danser sur un cimetière.

Après les attentats, il m'a fallu un an et demi avant de pouvoir assister à nouveau à un concert. Une catharsis. Je m'y étais préparé, je m'étais placé à côté d'une sortie de secours. Par la suite, j'ai fait deux, trois, dix événements similaires et je me suis surpris à ne plus prendre mille précautions, à profiter du moment sans être envahi par des pensées intrusives. Je savais que le temps serait mon allié. Mais je sais aussi que cette mémoire, je ne peux pas la fuir. La cicatrice restera, même si je peux vivre sans sa douleur lancinante.

**PROPOS RECUEILLIS PAR M. P.**

GETTY IMAGES

# ALZHEIMER : DES PROGRÈS À CONFIRMER

Alors que les avancées de l'immunothérapie apportent une lueur d'espoir dans le traitement de la maladie, la mise au point d'un test sanguin promet d'en faciliter le diagnostic précoce.

Grosse déception pour les malades atteints d'Alzheimer et les associations qui les soutiennent. Le 9 septembre dernier, la Haute Autorité de santé a refusé d'approuver en urgence le remboursement du Leqembi, arrivé sur le marché européen en avril. Un second traitement visant à éradiquer les plaques amyloïdes – une des causes de la maladie d'Alzheimer – pourrait, quant à lui, être commercialisé cette année. Il s'agit du Kisunla (donanemab), qui a obtenu le feu vert de l'Agence européenne des médicaments en juillet. Tous deux sont des anticorps monoclonaux, des médicaments sur mesure produits à partir de cellules immunitaires cultivées en laboratoire.

Ils représentent un espoir pour les malades… mais pour une fraction d'entre eux seulement. D'abord parce qu'ils ne pourront être prescrits qu'à un stade précoce de la maladie, pour des troubles légers. Ensuite parce qu'ils sont interdits aux porteurs de deux copies du gène de l'apolipoprotéine E (l'allèle ApoE-4), pour lesquels le risque d'effets secondaires, à savoir des œdèmes et des hémorragies cérébrales, est maximal. Or ce sont ces patients, connus comme

les plus à risque de développer les symptômes de la maladie d'Alzheimer, qui auraient sans doute le plus besoin de ce type de traitement. *« Les immunothérapies anti-amyloïdes constituent une vraie avancée, même si leur bénéfice, à ce stade, est encore de faible ampleur et leurs risques non négligeables »*, souligne Antoine Garnier-Crussard, gériatre au Centre mémoire ressources recherche des Hospices civils de Lyon (HCL) et spécialiste de la maladie d'Alzheimer. Raison pour laquelle ces spécialités ne sont pas remboursées pour l'instant dans les pays où elles sont diffusées. *« Mais les efforts de recherche sont loin d'être terminés, et il y a bien d'autres voies à explorer. »*

De fait, en janvier 2025, on comptait au moins 138 candidats-médicaments contre la maladie d'Alzheimer en cours d'essais cliniques dans le monde, dont 31 en dernière phase. De nombreux essais d'immunothérapie cibleraient la protéine tau. Lorsqu'elle est altérée, celle-ci peut s'accumuler sous forme de filaments dans les cellules nerveuses, occasionnant ce qu'on appelle des dégénérescences fibrillaires. Un essai clinique de vaccin visant à booster le système immunitaire pour qu'il reconnaisse et élimine ladite protéine modifiée pourrait débuter prochainement, après que des chercheurs du Nouveau-Mexique ont publié en mars, dans le journal *Alzheimer's & Dementia*, des résultats encourageants obtenus avec des souris et des primates.

### Fin 2025, une première mesure de l'effet protecteur des médicaments coupe-faim

Parmi la myriade de travaux menés pour trouver une solution à la maladie d'Alzheimer, il faut citer ceux concernant les analogues du GLP-1, qui ont récemment été accueillis avec enthousiasme. Commercialisés sous les noms d'Ozempic, Wegovy ou Rybelsus, ces médicaments à base de sémaglutide ont pour première indication le traitement de l'obésité et du diabète. Or de récentes études convergent pour dire que ces coupe-faim auraient aussi un effet protecteur contre la maladie d'Alzheimer et les démences apparentées. Le sémaglutide en prise orale, comparé à un placebo, est actuellement testé par 3 600 malades atteints d'un Alzheimer débutant. Une première mesure des effets est attendue fin 2025.

On le sait, les lésions liées à la maladie progressent sur une très longue période – jusqu'à vingt ans – avant l'apparition des symptômes. Mettre en évidence ces lésions est intimement lié à la recherche de médicaments curatifs : plus on traite tôt, mieux c'est. Aussi les laboratoires se sont-ils lancés dans une course à l'innovation pour mettre au point des tests sanguins aussi efficaces dans la détection des biomarqueurs de la maladie que les scanners, coûteux, et les ponctions lombaires, invasives et parfois douloureuses. Alors qu'aux États-Unis, le laboratoire japonais Fujirebio Diagnostics a obtenu, en mai, l'autorisation de la Food and Drug Administration pour commercialiser son test Lumipulse servant à la détection de la maladie chez les 55 ans et plus, à partir du dosage des protéines p-tau217 et β-amyloïde 1-42, un second test basé uniquement sur la mesure de p-tau217, mis au point par le laboratoire américain ALZPath, devrait bientôt arriver aux États-Unis. *« Le taux de p-tau217 sanguin et la présence de protéines amyloïdes dans le cerveau sont étroitement corrélés*, explique Antoine Garnier-Crussard. *Le dosage du premier peut être considéré comme un indicateur de la pathologie. »* Aucun des tests mentionnés ne suffit pour poser un diagnostic précoce : leur usage est réservé aux établissements recevant des patients présentant des symptômes de déclin cognitif, et en complément d'autres investigations. Et, pour le moment, dans le cadre d'essais cliniques.

C'est la démarche d'Antoine Garnier-Crussard. Aux HCL, l'étude Actsoma que dirige le médecin cible un autre marqueur potentiel d'Alzheimer : la navigation spatiale, cette fonction cognitive étant atteinte très tôt lors de la maladie. Outre des tests visant à explorer le sens de l'orientation et la mémoire, des prélèvements sanguins sont effectués actuellement chez 220 sujets sains et 50 malades pour détecter la présence de la protéine tau modifiée et du variant génétique ApoE-4. Objectif de ces dosages : identifier, parmi les sujets sains, ceux qui sont porteurs de facteurs de risque de la maladie et observer si leurs performances en matière de ◆◆◆

A. CRUSSARD

**« LES EFFORTS DE RECHERCHE SONT LOIN D'ÊTRE TERMINÉS, ET IL Y A BIEN D'AUTRES VOIES QUE L'IMMUNOTHÉRAPIE À EXPLORER »**

**Antoine Garnier-Crussard,** gériatre au centre Mémoire ressources recherche des Hospices civils de Lyon

MÉMOIRE FLASH

## Tous frappés d'amnésie… infantile

**À quand remonte votre premier souvenir ? Il y a de grandes chances pour que celui-ci soit postérieur à vos 3 ans. On se souvient très rarement de ce qui concerne les premières années de sa vie… Ce phénomène a même un nom : l'amnésie infantile. La mémoire épisodique – celle qui touche aux événements personnellement vécus – est-elle pour autant défaillante chez les bébés ? Non, on conserve une trace mnésique, ou engramme, de ce qu'on a vécu avant ses 3 ans, mais elle devient inaccessible. L'hippocampe ne reçoit plus les bonnes informations pour faire remonter le souvenir. En cause : le changement qui intervient, à mesure qu'on grandit, dans la façon dont le cerveau traite les informations sensorielles. En d'autres termes, avec le temps, l'hippocampe finirait par ne plus recevoir les bons « mots-clés » pour retrouver ces souvenirs.**

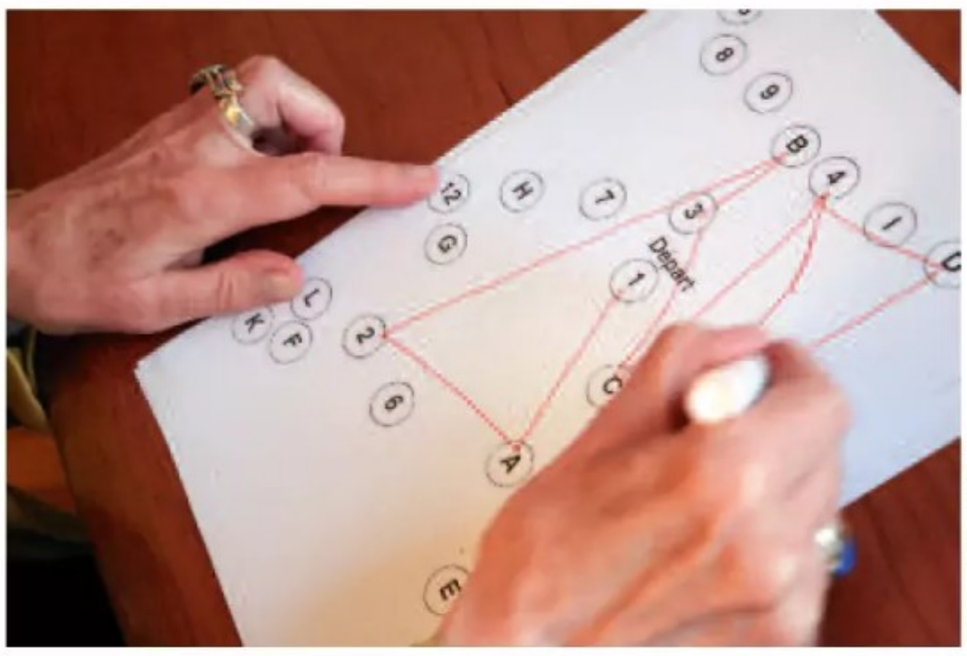
**MARIE PARRA**

## Le microbiote, acteur clé de la maladie

Et si l'une des solutions pour retarder l'apparition des symptômes de la maladie d'Alzheimer se trouvait dans notre ventre ? Plusieurs équipes de recherche étudient le lien entre le microbiote intestinal (l'ensemble des organismes vivant dans nos intestins : bactéries, champignons ou encore virus) et les démences. Des études ont déjà montré que le microbiote de patients touchés par la maladie d'Alzheimer est moins varié que celui des personnes contrôle. Mais cette différence est-elle cause ou conséquence de la pathologie ? En Irlande, Sarah Nicolas, maîtresse de conférences à l'University College de Cork, a participé à une étude au cours de laquelle le microbiote de patients Alzheimer a été transplanté à des rats sains. « *Ces derniers ont montré des symptômes de la maladie, comme des déficits de mémoire et une diminution de la neurogenèse* », rapporte-t-elle. À Montpellier, Sylvie Claeysen, chercheuse Inserm à l'Institut de génomique fonctionnelle, réalise la même opération sur des souris. « *Nous avons validé notre hypothèse, la même que celle des chercheurs de Cork : le microbiote Alzheimer impacte la mémoire. Nous voulons maintenant comprendre ce qu'il se passe et quelles souches bactériennes sont impliquées.* » Elle étudie aussi le rôle du nerf vague, principal lien de communication entre le cerveau et l'intestin. « *Les bactéries, grâce aux composés organiques et aux acides gras à chaîne courte qu'elles produisent et qui peuvent se lier à des récepteurs du nerf vague, exercent une forme de contrôle sur les signaux qu'il envoie au cerveau.* » Sarah Nicolas s'intéresse également aux cellules microgliales qui, en temps normal, protègent le cerveau contre des lésions ou des infections et qui, dans la maladie d'Alzheimer, sont suractivées. Ce qui les rend moins efficaces, parfois même délétères pour les neurones. « *Une perturbation du microbiote peut avoir des conséquences sur le fonctionnement de ces cellules* », explique-t-elle. La chercheuse va démarrer une étude consistant à modifier le microbiote des souris modèles d'Alzheimer par la pratique du sport en leur donnant accès à des roues d'exercice. Cela lui permettra de voir si, via l'influence de ce microbiote remanié sur la régulation des cellules microgliales, l'apparition des symptômes de la maladie est retardée. **MARIKA JULIEN**

◆◆◆ navigation spatiale sont différentes. « *Pour ce qui est de l'usage de ces tests en pratique clinique, il reste encore de nombreuses inconnues à lever avant de l'envisager*, précise le chercheur. *Qui tester, et quand ? Il faut éviter le risque de faux positif.* »

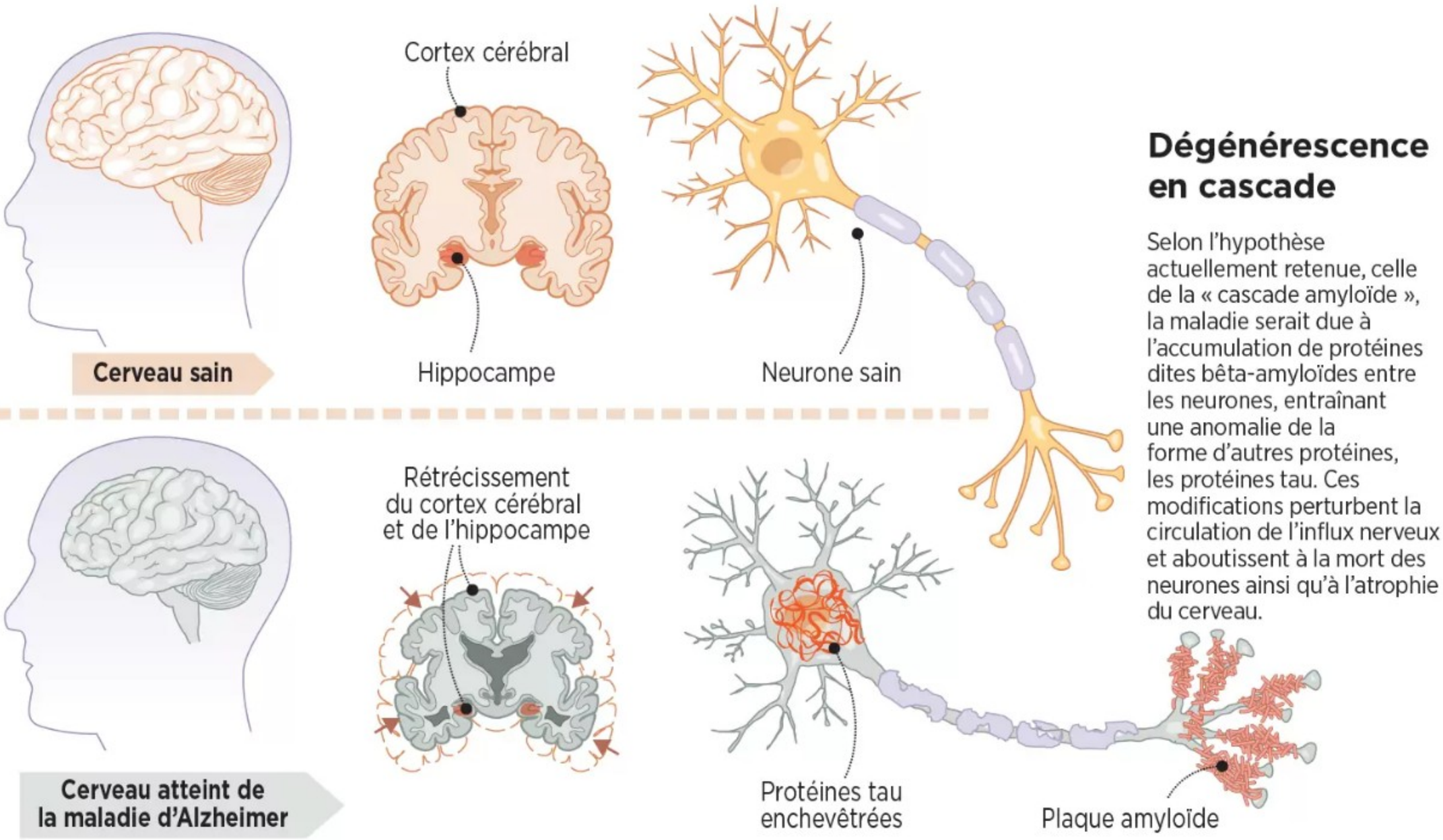
Ces propos font écho à une controverse qui divise les spécialistes. Pour certains – Américains en majorité –, une « définition biologique » de la maladie est possible : celle-ci débute dès l'apparition des premières plaques amyloïdes. En révéler les biomarqueurs permettrait de repérer les personnes à un stade « préclinique ». Pour d'autres, notamment en Europe, la maladie ne doit être recherchée que chez les personnes symptomatiques. Alors qu'on ne connaît pas parfaitement le rôle joué par l'amyloïde et la protéine tau dans la progression de la maladie, certains porteurs de lésions liées à Alzheimer pourraient ne jamais en développer les symptômes. Pour ces derniers, l'étiquetage en tant que « malade » s'avérerait inutilement préjudiciable.




ERIC DEXHEIMER/SIGNATURES

**Test de mémoire** proposé, ici, par l'association Aloïs, pour le dépistage précoce de la maladie d'Alzheimer.

Aujourd'hui, en l'absence de traitement efficace, la prise en charge de la maladie est avant tout non médicamenteuse et personnalisée. Les consultations médicales permettent de suivre l'apparition de troubles affectifs ou comportementaux, et de chercher à y remédier. Un accompagnement humain, informel ou professionnel, est nécessaire pour pallier la perte d'autonomie du patient à son domicile avant d'envisager, à un stade avancé, un accueil en institution. Depuis 2020, sur ce point, le Village landais Alzheimer propose une perspective différente. Inspiré du concept des « Dementia Villages », qui a vu le jour en 2009 aux Pays-Bas, le modèle expérimenté est celui d'une alternative aux Ehpad. Situé près de Dax (Landes), le lieu promeut les interactions sociales, la mobilité et l'autonomie de ses 120 patients, qui y fréquentent son café, son épicerie, sa place centrale et son parc arboré – et sécurisé – de cinq hectares. Habillé en civil, le personnel soignant respecte le mode de vie, le rythme et le caractère des villageois. L'objectif est que « *le village soit perçu*




## Dégénérescence en cascade

Selon l'hypothèse actuellement retenue, celle de la « cascade amyloïde », la maladie serait due à l'accumulation de protéines dites bêta-amyloïdes entre les neurones, entraînant une anomalie de la forme d'autres protéines, les protéines tau. Ces modifications perturbent la circulation de l'influx nerveux et aboutissent à la mort des neurones ainsi qu'à l'atrophie du cerveau.

*par le résident comme un environnement de vie le plus normal possible, et non comme un lieu de soins »*, explique Hélène Amieva, professeure de psychogérontologie à l'université de Bordeaux, spécialiste en épidémiologie du vieillissement et responsable du suivi scientifique du projet. L'expérience a livré de premiers résultats positifs : alors que, selon la chercheuse, on observe une accélération du déclin cognitif des malades dans les mois suivant l'entrée en Ehpad, celui des pensionnaires du village est très progressif. Leur santé mentale ainsi que leur sentiment de mener une vie satisfaisante sont mieux préservés. *« Mesuré chez l'aidant, le sentiment de fardeau diminue réellement, de moitié »*, ajoute la scientifique. L'expérimentation doit livrer ses résultats finaux en 2026. Il s'agira notamment de chiffrer le coût réel de la prise en charge (celui du patient est de 1 900 euros par mois) en comparaison avec celui des Ehpad. Le projet aurait déjà fait un émule : un deuxième village de ce genre a été annoncé à Yffiniac (Côtes-d'Armor) pour l'an prochain.

### Adopter un mode de vie le plus sain possible aide à retarder les symptômes

Si l'on ne peut guérir de la maladie, on peut toutefois la prévenir ou en atténuer largement les effets, en protégeant ses facultés cognitives et plus largement sa santé tout au long de sa vie. C'est ce qu'indique une récente publication de chercheuses Inserm appartenant au laboratoire Bordeaux Population Health. Certes, l'âge est le premier des facteurs de risque. Ainsi la prévalence de la maladie est-elle de 1,3 % chez les sexagénaires mais de 12 % chez les octogénaires. Toutefois, on sait que des facteurs génétiques (associé au gène ApoE-4 en particulier) et environnementaux favorisent aussi l'apparition de la démence : mauvaise alimentation, inactivité physique, faible engagement dans des activités cognitives stimulantes, consommation d'alcool, mais aussi diabète, obésité, hypertension ou dépression. Des paramètres qu'on peut faire évoluer.

Dans leurs travaux, les scientifiques ont exploité des données récoltées auprès de 5 170 Français âgés de plus de 65 ans – pour certains suivis pendant 17 ans – et qui, à leur entrée dans l'étude, ne présentaient aucun symptôme de démence. Pour chacun, l'évaluation des facteurs de risque liés au mode de vie s'est faite via l'attribution d'un score agrégeant l'ensemble des informations à leur sujet. Plus le score est élevé, plus le risque de développer la maladie d'Alzheimer augmente. *« Pour une personne à faible risque génétique, une augmentation du score d'un point revient à accroître ce risque de 9 %,* illustre Ilana Caro, épidémiologiste au sein de l'équipe Éléonore associée aux travaux. *Mais dans le cas d'un fort risque génétique, un point de score en plus accroît le risque de maladie de 15 %. »* Le faible incrément entre les deux valeurs montre que, dans tous les cas, agir sur son mode de vie afin de le rendre le plus sain possible aide à retarder les symptômes de la maladie. Et, plus généralement, *« à repousser le vieillissement cognitif »*, souligne Ilana Caro. **CAROLINE DEPECKER**

**Dossier spécial de *Sciences et Avenir* mensuel** numéro 943, septembre 2025

# L'amnésie, un trouble aux multiples causes

Les pertes de mémoire ne sont pas toujours signe d'Alzheimer. Elles peuvent être liées à d'autres pathologies dégénératives, plus ou moins fulgurantes, mais aussi à des facteurs réversibles.

S'il y a bien un symptôme qui inquiète, c'est celui de la perte de mémoire. Manifestation précoce d'une défaillance à venir ? Spontanément, on pense à la maladie d'Alzheimer. Mais d'autres pathologies peuvent être en cause. Parmi elles, certaines entraînent elles aussi des lésions neuronales des zones du cerveau en charge du stockage et de la restitution des informations, engendrant une diminution des capacités cognitives, dont la mémoire. Ainsi, la maladie de Parkinson, qui concerne 270 000 personnes en France, provoque des troubles de la mémoire à un stade modéré ou avancé. Typiquement, la mémoire de travail est altérée : Raymond connaît parfaitement les ingrédients du pot-au-feu mais oublie que les pommes de terre mettent plus de temps à cuire que les navets. Si le téléphone sonne, il perd le fil de sa recette. En cause, la protéine α-synucléine, une molécule impliquée dans la bonne circulation des neurotransmetteurs au niveau des synapses. Cette protéine va changer de configuration tridimensionnelle, s'agréger avec ses consœurs – formant des « corps de Lewy » – et finir par détruire les neurones. Les symptômes moteurs sont premiers, mais *« au fur et à mesure de l'évolution de la maladie, les neurones liés à la mémoire finissent par être atteints »*, explique Cécile Voisset, chercheuse Inserm à la faculté de médecine de Brest, spécialiste de l'étude moléculaire des pathologies dégénératives du cerveau.

Cependant, derrière l'étiquette générique « Parkinson » se cachent en réalité plusieurs pathologies, dont la maladie ou démence à corps de Lewy (où les troubles cognitifs apparaissent souvent en premier) ou même l'atrophie multi-systématisée (AMS). Toutes sont liées à l'α-synucléine. Leurs différences s'expriment dans la vitesse d'évolution, les symptômes cognitifs ou moteurs et la localisation des atteintes cérébrales. Seuls l'examen clinique et le suivi régulier permettent de préciser le diagnostic, sans que le praticien puisse proposer de remède.

Toujours à cause d'altérations de protéines, certaines personnes peuvent, dès 50 ans, être atteintes de démence sémantique : elles oublient le nom d'un objet ou ne reconnaissent pas une image malgré une mémoire épisodique *(lire les Repères p. 10)* intacte. Le diagnostic sera basé sur des tests de vocabulaire et une imagerie cérébrale ciblée. Cette perte de mémoire des connaissances factuelles est provoquée par l'accumulation d'une protéine, la TDP-43, mal conformée, qui provoque une atrophie du lobe temporal antérieur dominant. La démence sémantique est une variante de la démence fronto-temporale (DFT), une pathologie vraisemblablement d'origine génétique qui entraîne des troubles de mémoire plus subtils : la mémoire à court terme se dégrade peu à peu, souvent en parallèle de troubles du langage ou du comportement.

**Le dénominateur commun : une protéine qui change de structure**

Dans la famille des « maladies du repliement des protéines », Creutzfeldt-Jakob est la plus brutale. Elle évolue en silence et lorsque les premiers symptômes surviennent – étourdissements et pertes de mémoire –, elle se transforme très vite en démence généralisée. Cette pathologie – médiatisée dans les années 1990 avec la crise de la vache folle – est heureusement très rare (100 à 150 cas identifiés en France). C'est, là encore, la modification de la conformation d'une protéine (PrP) qui est à l'origine de la maladie : *« Elle pousse ses voisines à changer de structure, s'agrège à elles et tue les neurones de cellule en cellule, puis dans tout le cerveau »*, précise la chercheuse. Résultat : une évolution foudroyante. *« Le patient meurt en général dans les six à neuf mois suivant l'apparition des premiers signes. »* Le cerveau finit littéralement « en éponge », d'où le terme « encéphalopathie spongiforme ». Les troubles cognitifs sont massifs, souvent confondus avec un Alzheimer fulgurant.

Toutes ces maladies ont un dénominateur commun : une protéine qui ne remplit plus son rôle et altère les cellules du cerveau. Cécile Voisset sou-

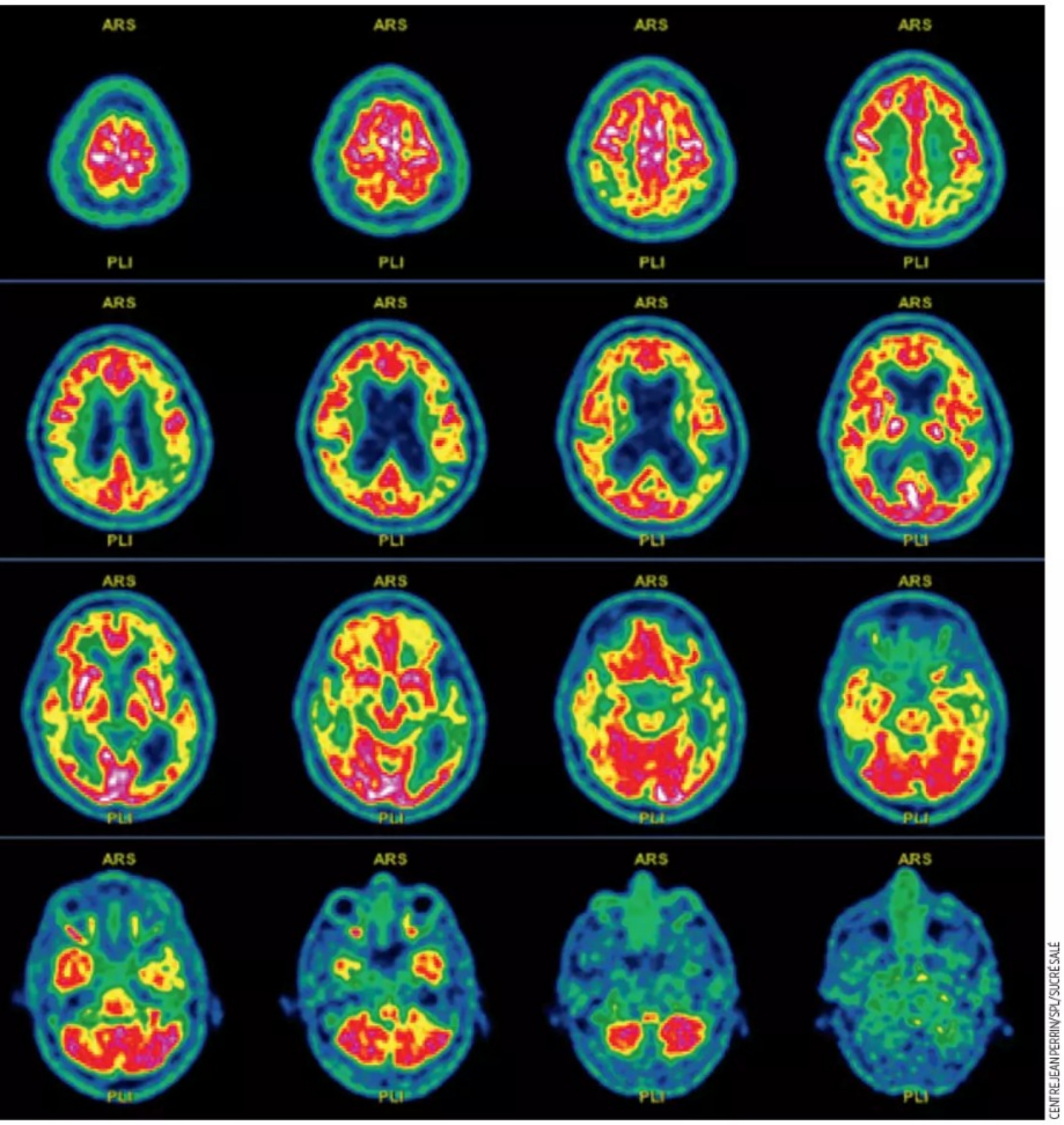
**Site de l'association France Parkinson,** franceparkinson.fr

*Alcoologie et addictologie,* numéro spécial sur le syndrome de Korsakoff, https://sciav.fr/korsakoff

CÉCILE VOISSET

**« AU FUR ET À MESURE DE L'ÉVOLUTION DE LA MALADIE DE PARKINSON, LES NEURONES LIÉS À LA MÉMOIRE FINISSENT PAR ÊTRE ATTEINTS »**

**Cécile Voisset,** chercheuse à la faculté de médecine de Brest




CENTRE JEAN PERRIN/SPL/SUCRÉ SALÉ

**Tomographie à émission de positons (TEP)** du cerveau d'une patiente de 60 ans atteinte de la maladie à corps de Lewy (MCL). Les images montrent une activité métabolique anormalement faible (couleurs bleue et verte) dans les régions temporale, pariétale et occipitale.

ligne que, si certaines formes sont génétiques, d'autres sont spontanées ou environnementales, et notamment liées à l'exposition à certaines molécules chimiques.

À la liste de ces pathologies aujourd'hui irréversibles s'ajoutent des troubles cognitifs « réparables », liés à d'autres affections. Une jeune femme de 20 ans qui, soudainement, ne reconnaît pas un visage ou oublie un épisode récent – avec parfois des crises d'angoisse, des hallucinations – sera spontanément orientée vers un service de psychiatrie. Pourtant, de tels symptômes peuvent être causés par une atteinte tout autre, l'encéphalite auto-immune : une attaque de la surface membranaire des neurones par des anticorps spécifiques. Le bon diagnostic conduira à un traitement immuno-modulateur qui permettra la récupération cognitive. Des troubles de mémoire transitoires ou durables peuvent aussi survenir chez les victimes d'un accident vasculaire cérébral (AVC), avec par exemple la difficulté à mémoriser une nouvelle information et surtout une amnésie rétrograde, c'est-à-dire l'oubli de tout souvenir antérieur à l'événement traumatisant. Prise en charge au plus tôt, la situation pourra se stabiliser, avec pour seule séquelle une difficulté de concentration.

Enfin, certaines des pathologies de la mémoire peuvent être évitées. Un exemple ? Votre tante vous dit pour la cinquième fois : *« On part à la mer ? Quelle bonne idée ! »* alors que vous venez à peine de monter en voiture, destination la Normandie… Ces oublis de ce qui vient de se passer à l'instant précédent pourraient révéler une neurodégénéresence ou bien être dus au syndrome de Korsakoff, principalement causé par une carence en vitamine B1 (ou thiamine), présente en quantité dans la levure naturelle, les noisettes ou le germe de blé, et essentielle au bon fonctionnement du cerveau. *« Les patients ne sont pas capables de créer de nouveaux souvenirs »*, explique Anne-Lise Pitel, professeure de neuropsychologie à l'université de Caen Normandie. Cette amnésie antérograde, comme l'appellent les spécialistes, s'accompagne, pour la personne malade, par l'absence de conscience de ses troubles, un symptôme appelé anosognosie.

### Un trouble souvent lié à la consommation excessive d'alcool

Le syndrome de Korsakoff, qui n'est pas lié à l'âge, touche particulièrement des personnes qui consomment régulièrement de l'alcool à fortes doses. Avec, comme conséquence, une alimentation souvent déséquilibrée et pauvre en nutriments essentiels. *« L'alcool contient des calories, mais d'un point de vue nutritionnel, il est extrêmement mauvais »*, précise la neuropsychologue. Pour parvenir à un diagnostic – difficile à établir –, les médecins s'appuient sur un faisceau d'arguments cliniques : l'historique du patient, des tests cognitifs et une imagerie cérébrale, afin d'écarter d'autres pistes. *« Il n'y a pas de biomarqueur spécifique »*, indique Anne-Lise Pitel. En France, le syndrome de Korsakoff est malheureusement sous-diagnostiqué et mal pris en charge. Et la vitamine B1, qui pourrait prévenir cette maladie, n'est pas remboursée : un non-sens total, selon la spécialiste. En Australie, des expérimentations ont montré que l'enrichissement d'aliments en vitamine B1 pouvait réduire l'incidence du syndrome.

**VALÉRIE HANDWEILER**

# Vivre à plusieurs… en un seul corps

Le trouble dissociatif de l'identité se caractérise par la coexistence, en une même personne, de plusieurs « alters » ou identités, chacun se construisant à partir d'une mémoire indépendante. Un handicap qui conduit à une vie fragmentée.

Cet été, Flo prévoit de partir deux semaines en Norvège. Un voyage qui la réjouit, mais l'inquiète aussi profondément. En effet, elle est atteinte d'un trouble dissociatif de l'identité (TDI) : en elle, plusieurs « parties » cohabitent. *« Ma crainte, en partant hors de la maison, c'est que certaines d'entre elles se réveillent paniquées en se disant :* "Mais qu'est-ce qu'on fait en Norvège ?" » Car ses parties – également nommées alters (pour altérations de conscience) ou identités – ont chacune une mémoire indépendante. Et peuvent avoir des prénoms, âges, sexes ou goûts différents.

Le TDI, anciennement appelé trouble de la personnalité multiple, se définit comme un trouble dissociatif caractérisé par au moins deux identités qui alternent. Ces différents alters prennent à tour de rôle le contrôle exécutif, parlent, agissent, sans que les autres parties en aient forcément conscience. Ce trouble se déclencherait à la suite de traumas, souvent répétés, ayant généralement eu lieu dans l'enfance. *« C'est un mécanisme de survie très logique pour arriver à grandir et avancer »*, commente Coraline Hingray, psychiatre spécialisée en psychotraumatologie et créatrice en 2024 de la Maison de la résilience, à Nancy, un centre d'expertise et de diagnostic des troubles dissociatifs. Son équipe travaille sur une méta-analyse dont l'objectif est de chiffrer le risque d'amnésie dissociative que courent les personnes ayant été victimes de traumatismes dans l'enfance. *« Il y a probablement des vulnérabilités biologiques, génétiques. Mais cela dépend avant tout de la combinaison de facteurs biologiques, psychologiques et sociaux,* souligne-t-elle. *Ainsi que du type de traumas, de leur répétition, de l'âge où ils sont survenus, des réactions de l'entourage, si l'on est cru ou non… »*

## Une mauvaise image associée à des faits divers et à des films

Afin de se protéger, les systèmes – regroupements d'alters à l'intérieur d'un seul corps – maintiennent des barrières dissociatives. Flo, présidente de l'association La Pieuvre dissociée, est un système polyfragmenté dont elle ne compte même plus les parties. Elle résume : *« On ne pourrait pas vivre si on avait toutes les informations. Souvent, on entend :* "Je vais te raconter ton trauma et ça ira mieux." *Mais non. Toutes les parties ne sont pas supposées tout savoir. Certaines révélations peuvent même créer un nouveau fragment pour supporter l'impact émotionnel. »* Mégane, membre de l'association, illustre : *« J'ai vécu des violences conjugales, mon ex-compagnon m'a brûlée. Moi, l'hôte, je ne me souviens pas de la manière dont c'est arrivé. J'ai une alter, Noxe, qui le sait, mais les souvenirs n'arrivent pas jusqu'à moi. »*

Juriste, Flo travaille trois jours par semaine depuis qu'elle a obtenu le statut de travailleuse handicapée. Elle a décidé de *« faire de son handicap une réalité pour les autres »* en se confiant à son entourage. *« Mes collègues sont très compréhensifs. Par exemple, lorsqu'ils me demandent si j'ai passé un bon week-end, je peux leur dire quels alters étaient là, si moi-même – qui leur réponds – je n'étais pas présente. »* Mais beaucoup de personnes avec un TDI préfèrent le cacher. Car ce trouble pâtit d'une mauvaise image, associée à des faits divers et à certains films tels que *Split* ou *Identity*.

Autant la jeune femme, âgée de 31 ans, est habituée au fait de switcher entre les identités et d'être plusieurs, autant l'amnésie reste pour elle très déstabilisante. Elle témoigne de problèmes de mémoire quotidiens, selon qui se trouve en front (au premier plan) et donc en contrôle du corps. Certaines de ses parties peuvent être en co-front,

**« CELA CRÉE DES CRISES EXISTENTIELLES TRÈS FORTES. ON SE DEMANDE : "EST-CE QUE MOI, J'EXISTE VRAIMENT ? EST-CE QUE ÇA SERT À QUELQUE CHOSE QUE JE SOIS LÀ SI JE NE ME SOUVIENS PAS DE CE QUE JE FAIS ?" »**

**Flo,** juriste, présidente de l'association La Pieuvre dissociée

GETTY IMAGES

**Les identités qui cohabitent** chez un patient atteint de TDI peuvent avoir des prénoms, âges, sexes, goûts et souvenirs différents.

d'autres restent en co-conscience, d'autres ne sont pas présentes. *« En fonction de là où l'on est, on peut se souvenir de tout, de la moitié, d'absolument rien. »* Elle déplore des confusions et des situations déroutantes. *« On se dispute parfois avec des gens pour rien, car on ne se souvient pas d'avoir dit quelque chose. Notre entourage doit sans cesse se répéter. L'amnésie fausse la réalité. Par exemple, mon psychologue sait beaucoup plus de choses sur ma vie que moi. On se sent très vulnérable. Et on doit accepter qu'on ne puisse rien y faire. »* Pour elle, l'amnésie est au centre du trouble et à l'origine du décalage entre les alters. *« Toute notre identité est basée sur ce qu'on sait. C'est ce qui fait qu'on est tous différents à l'intérieur du système : chaque partie se construit avec ce qu'elle sait et se développe indépendamment. »*

Elle décrit la vision fragmentée qu'elle a de sa vie. Par exemple, certains de ses alters n'ont vécu qu'à Belfast, où elle était étudiante. Ils sont reve- ◆◆◆

◆◆◆ nus en front alors qu'ils étaient rentrés en France depuis dix ans, sans aucun souvenir de la décennie écoulée. *« Cela crée des crises existentielles très fortes. On se demande :* "Est-ce que moi, j'existe vraiment ? Est-ce que je suis vraiment là ? Est-ce que ça sert à quelque chose que je sois là si je ne me souviens pas de ce que je fais ?" » Membre de La Pieuvre dissociée, Laurine est l'hôte d'un système polyfragmenté qu'elle nomme « The Tortured System Department ». Elle confirme les propos de Flo : *« C'est terrifiant parfois. On a l'impression qu'on t'a volé ton identité et qu'on t'a arraché une part de toi. »*

### Dans son porte-monnaie, des notes écrites destinées à ses alters

Du côté des traitements, *« pour les troubles post-traumatiques complexes, comme le TDI, les thérapies spécifiques du trauma sont plus efficaces que des médicaments*, décrit Coraline Hingray. *Des psychotropes peuvent être prescrits afin de réguler les humeurs et les angoisses, mais ils ne sont pas efficaces directement sur le TDI. Une des premières étapes est de réaliser ce qui arrive, de créer un espace de rencontre entre les différentes parties pour qu'elles puissent expliquer leur utilité et leurs besoins. »* Chaque système développe ses techniques pour communiquer avec ses parties. Flo a dans son porte-monnaie un papier avec des explications à destination de ses alters. Laurine communique entre les différentes parties de son système de manière interne, mais aussi par le biais de notes écrites. *« C'est aussi ce qui m'a permis de comprendre que je n'étais pas simplement bipolaire. Je trouvais des notes que je ne me rappelais pas avoir écrites et qui m'étaient destinées, signées par des noms que je ne connaissais pas. »* Des études de neuro-imagerie, menées notamment par les chercheuses Simone Reinders, au King's College de Londres, et Sima Chalavi, à l'Université catholique de Louvain (Belgique), démontrent l'existence physiologique du TDI et ouvrent la voie à un diagnostic sur la base de marqueurs neurobiologiques. Dans le cerveau, les zones limbiques, tels l'amygdale ou l'hippocampe, gèrent la mémoire et les émotions, tandis que le cortex préfrontal permet de rationaliser. Avec un TDI, lorsque certaines parties, dites émotionnelles, prennent le contrôle, les zones limbiques sont hyperactivées, comme dans le cas d'un trouble de stress post-traumatique « classique », avec une surgénéralisation de la peur. En revanche, lors de la prise de contrôle par d'autres parties, dites « normales », ces zones s'éteignent, inhibées par la suractivation de zones préfrontales. *« La personne pourra alors lire son scénario traumatique* [les événements à l'origine du TDI, ndlr] *comme si elle lisait une recette de cuisine, avec un total détachement, parce que les zones actives de l'émotion sont éteintes par les zones supérieures. Ainsi, il y a cohabitation de différentes activations cérébrales successives, visibles par imagerie »*, termine la psychiatre.

Pourtant, et alors que le TDI est inscrit depuis 1994 dans le *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (DSM) et depuis 2022 dans la Classification internationale des maladies (CIM), une étude menée auprès de 800 psychiatres français par Coraline Hingray montre que plus de la moitié doutent encore de sa réalité. La fondatrice de la Maison de la résilience précise : *« Je me suis intéressée à la dissociation il y a plus de quinze ans, mais je ne connais cette symptomatologie que depuis cinq ans. J'étais persuadée qu'elle serait très visible. Or elle peut être très discrète, surtout face à un thérapeute. »* L'une des fonctions du TDI étant de se détacher des souvenirs traumatiques et de les masquer, cela complique le diagnostic. Flo explique : *« Le TDI n'est pas visible si on ne le rend pas visible nous-mêmes. »* Elle a été diagnostiquée il y a huit ans par un psychiatre, alors qu'elle-même pensait depuis des années en être atteinte. *« Nous n'avons pas été étonnées. C'est un pas en avant vers la reconnaissance de notre réalité plutôt qu'une étiquette qu'on nous colle. »*

### Des patients mieux formés que leurs médecins

Coraline Hingray parle de « pathologie caméléon », le TDI étant souvent associé à d'autres troubles (alimentaires, addictifs, suicidaires…). Selon les différentes études, il toucherait entre 1,5 % et 3,5 % de la population mondiale, alors que la schizophrénie en concernerait 0,7 % à 1 % et les troubles bipolaires 1 % à 2,5 %. *« Il y a un sous-diagnostic majeur en France,* déplore Coraline Hingray. *Selon les données déclarées par les établissements médicaux, seuls 183 patients ont vu leur TDI reconnu en 2023. En moyenne, les patients reçoivent quatre diagnostics différents et attendent jusqu'à huit ans avant d'avoir le bon. »* Flo raconte que son généraliste lui a ri au nez lorsqu'elle lui a parlé de son TDI. *« Les personnes atteintes par le TDI sont mieux formées que les médecins. On doit constamment leur expliquer notre trouble. »* Elle conclut : *« Qu'on ne nous fasse pas davantage confiance, c'est fatigant. »* **SYLVIE NADIN**

MAXPPP

**« EN MOYENNE, UN PATIENT REÇOIT QUATRE DIAGNOSTICS DIFFÉRENTS ET ATTEND JUSQU'À HUIT ANS AVANT D'AVOIR LE BON. SEULES 183 PERSONNES ONT VU LEUR TDI RECONNU EN 2023 »**

**Coraline Hingray,** psychiatre spécialisée en psychotraumatologie, créatrice en 2024 de la Maison de la résilience, à Nancy

**Mickaël Laisney**
Maître de conférences à l'École pratique des hautes études

# « Notre identité n'est pas aussi stable qu'on pourrait le croire »

P.QUINETTE

Constituée d'un « noyau dur » de connaissances et d'événements majeurs, elle est nuancée par d'innombrables et fluctuants souvenirs.

**Quels rapports entretiennent mémoire et identité ?**
La mémoire est le support de l'identité, de cette conscience particulière que j'ai de moi-même. Elle produit un sentiment de continuité dans le temps : je suis le même qu'hier. Encodé en mémoire, il y a un noyau dur identitaire, un stock de connaissances sur ma vie, mes traits de personnalité, mes valeurs. Par exemple, vous allez dire : « Je suis plutôt généreuse ». En revanche, si l'on vous demande à quel point vous l'êtes, vous allez réfléchir : « Ce matin, je n'ai pas donné d'argent à quelqu'un qui faisait la manche »... Et cette autre forme de mémoire, celle de vos souvenirs, va vous porter à moduler votre réponse, à nuancer votre identité.
Et puis, il y a aussi une mémoire un peu particulière, celle de notre corps : on se reconnaît sur des photos, parfois en se demandant si c'est bien nous !

**Il y a en outre une mémoire du corps ?**
Il y a un lien très fort – même pour les amnésiques – entre la façon dont on se sent dans son corps et la mémoire. Des chercheurs de l'institut Karolinska, en Suède, l'ont montré grâce à un dispositif expérimental sophistiqué, une expérience dite de sortie du corps ! Ils ont donné à des participants l'illusion que leurs jambes étaient très longues ou très courtes, donc qu'ils étaient grands ou petits. Ceux qui avaient la sensation d'être tout petits se sont davantage rappelé des souvenirs de leur enfance : ce qui suggère que si vous vous replacez dans une situation où vous aviez une identité corporelle de « petit », vous mobilisez plus facilement les souvenirs que vous aviez à cette époque.

**La maladie d'Alzheimer, sur laquelle vous avez travaillé, bouscule l'identité.**
Avec mes collègues, nous nous sommes posé la question : des malades ayant des troubles aussi importants conservent-ils leur identité ? Nous avons demandé à des personnes à des stades avancés de la maladie, à quinze jours d'intervalle, de répondre à des questions décrivant leurs traits de caractère, leurs valeurs... Ce qui est très surprenant, c'est qu'elles ont redonné exactement les mêmes réponses. Mais en disant des choses qui n'étaient plus actuelles : par exemple « je suis marchand de chaussures », alors qu'ils étaient en retraite depuis des années. Leur identité était stable dans le temps, mais n'était plus celle d'aujourd'hui : elle était figée, sans variations. Ces malades sont en perpétuel décalage, dans un passé qui n'existe plus. Avec parfois des surprises : il peut arriver que la personne irascible qu'on connaissait redevienne charmante, comme elle l'était avant que des événements de vie aient fait évoluer son identité...
Mais si leur identité est celle de quelqu'un qui doit aller chercher les enfants à l'école, et qu'on les empêche de partir, cela peut être générateur d'angoisse. Ils ne peuvent pas donner du sens à la situation. C'est pourquoi il est important, autant que possible, quand les malades en sont encore capables, qu'ils anticipent leurs futures conditions de vie. Par exemple, en allant de temps en temps dans les lieux de vie qu'ils devront s'approprier plus tard, afin qu'ils leur deviennent familiers.

**Un podcast de Mickaël Laisney sur France Culture,** *Comment fonctionne votre mémoire,* http://sciav.fr/4n8Le8k

**Comment la mémoire s'efface-t-elle ?**
Ce sont d'abord les informations les plus récentes qui disparaissent. Certains chercheurs pensent la construction identitaire, depuis l'enfance, un peu comme un oignon : il y aurait un cœur et, au fur et à mesure, des couches identitaires se déposeraient tout autour. Dans la maladie d'Alzheimer, ces « peaux » tomberaient une à une. Je préfère envisager qu'il y a un corps très stable, des éléments très ancrés, y compris plus tardifs – un mariage, la perte d'un parent... sont des événements identitaires majeurs –, à côté de choses plus fluctuantes, modulables en fonction de ce dont on se souvient. Il peut être effrayant de penser que notre identité n'est pas si stable que ça. Mais en réalité elle évolue beaucoup au cours de la vie. Et elle est plus riche si vous ne dites pas que vous « êtes » généreuse, mais seulement... « la plupart du temps ».

**PROPOS RECUEILLIS PAR FLORENCE LEROY**

# DES SOUVENIRS PLUS FAUX QUE NATURE

Plus on évoque un événement, plus il a de chances d'être transformé, voire… réinventé. La mémoire est même si malléable qu'il est possible d'y introduire des souvenirs fabriqués de toutes pièces. Ce qui peut questionner la fiabilité des témoignages.

Fier de votre mémoire, vous chérissez et polissez vos souvenirs : du moule à savarin de votre grand-mère au rouge vif de votre premier vélo en passant par la rencontre de votre amoureux-se, ils balisent votre vie. Eh bien, navrée de vous décevoir, mais votre mémoire, tout comme la mienne, est faillible, et peuplée de faux souvenirs. *« Ce n'est pas pathologique !* rassure Pascal Roullet, neurobiologiste CNRS à l'université de Toulouse. *Nous sommes tous susceptibles d'en produire, quelles que soient nos capacités à mémoriser ou notre âge. Cela s'explique par le caractère dynamique de la mémoire : au fil du temps, nous actualisons constamment des souvenirs et, parfois, il y a une erreur de mise à jour. »*

La mémoire est malléable, mutante. En 1932, le psychologue britannique Frederic Bartlett avait demandé à ses étudiants d'apprendre une légende amérindienne puis de la relater régulièrement. Au fil du temps, l'histoire différait sensiblement : oublis, éléments nouveaux, détails exagérément grossis. Le souvenir est reconstruit à chaque évocation, avait conclu Bartlett. *« Mais c'est surtout dans les années 1980-1990, grâce aux travaux de l'Américaine Elizabeth Loftus, que la connaissance des faux souvenirs s'est développée »*, souligne Pascal Roullet. Chercheuse en psychologie cognitive, Elizabeth Loftus multiplie les expériences pour tester la fiabilité des témoignages. Elle demande par exemple à un groupe de sujets d'estimer la vitesse des voitures impliquées dans un accident et démontre que leur réponse varie selon qu'elle-même a employé dans ses questions les verbes « percuter » ou « emboutir ». Interrogés de nouveau une semaine plus tard, ceux qui ont été exposés au verbe « emboutir » sont plus enclins à se souvenir du verre brisé sur la chaussée… alors qu'il n'y en avait pas ! En fait, toute donnée ultérieure, y compris une infime suggestion, peut remodeler la mémoire d'un événement : c'est ce que la chercheuse nomme l'effet de désinformation.

**Documentaire :** *Je me souviens donc je me trompe*, réalisé par Raphaël Hitier, Arte 2016. Sur YouTube

**Jean-Paul Kauffmann,** *L'Accident*, Éditions des Équateurs, 2025

**Elizabeth Loftus, Katherine Ketcham,** *Le Syndrome des faux souvenirs, Ces psys qui manipulent la mémoire,* Éditions Exergue, 2012

PASCAL ROULLET

**« NOUS ACTUALISONS CONSTAMMENT DES SOUVENIRS ET, PARFOIS, IL Y A UNE ERREUR DE MISE À JOUR »**

**Pascal Roullet,** neurobiologiste à l'université de Toulouse

### Rien à voir avec le mensonge, on ignore totalement que le souvenir a été modifié

Elle tente ensuite d'introduire dans la mémoire des souvenirs fabriqués de toutes pièces. Elle demande à ses étudiants de convaincre un membre de leur famille qu'il s'est perdu, enfant, dans un centre commercial. Comment ? En insérant cette fiction parmi des anecdotes familiales véridiques, confirmées par des parents ou des photos. Résultat : un quart des proches en question reprennent à leur compte le souvenir inventé ! L'étude, publiée en 1995, établit définitivement que la mémoire ne duplique pas ce que nous vivons : elle reconstruit, et peut falsifier les faits.

**Extrait de la série « Ectoplasmes »,** de l'artiste plasticienne Coco Fronsac (encre sur photographie anonyme couleur, 1992).

COCO FRONSAC/VOZIMAGE

À la fin des années 1990, à Paris, l'équipe de la neurobiologiste Susan Sara – actuellement directrice de recherche émérite au Collège de France –, dans laquelle travaillait Pascal Roullet, découvre les processus cérébraux à l'œuvre dans la fabrique de faux souvenirs. *« On connaissait déjà la consolidation mnésique, mécanisme qui permet de passer d'une information labile, dans la mémoire à court terme, à une information stable, dans la mémoire à long terme »*, rappelle-t-il. Tant qu'il est en construction, le souvenir est fragile, et toute perturbation peut l'altérer. *« Mais on pensait qu'une fois stabilisé, il n'était plus modifiable. Or, nous avons montré chez l'animal que chaque fois qu'on fait resurgir un souvenir enfoui, on déstabilise des réseaux de neurones. Le souvenir redevient alors labile, comme avant sa consolidation, durant soixante à quatre-vingts minutes. Un laps de temps durant lequel il peut évoluer en incorporant un élément vrai ou faux, un détail déformé… Puis il est remis profondément en mémoire par un processus cérébral que nous avons appelé la reconsolidation. »* Le faux souvenir n'a rien à voir avec le mensonge : *« Une fois reconsolidé dans la mémoire, on ignore totalement que le souvenir a été modifié, et on est intimement persuadé d'avoir vécu ainsi l'événement. »*

Notre mémoire est donc corruptible, contaminable. Vertigineux ! Est-ce à dire que tous mes souvenirs sont suspects, que dès que je me remémore un fait, je l'altère ? *« Si vous rappelez brièvement un souvenir, il ne changera pas,* tempère Pascal Roullet. *Pour le déstabiliser, il faut le réactiver profondément,* ◆◆◆

## Le confabulateur, perdu dans des réalités parallèles

Le phénomène des faux souvenirs ne doit pas être confondu avec celui de la confabulation, qui se définit par l'émergence de souvenirs d'événements qui n'ont jamais eu lieu. Il s'agit d'un phénomène cognitif étonnant qui apparaît dans divers troubles neurologiques, souvent accompagnés d'amnésie, et qui fait vivre le patient dans des réalités parallèles. La confabulation résulte d'une incapacité du cerveau à faire la différence entre la pure imagination et la réalité, entre des souvenirs du passé et le présent. Le patient mélange des morceaux de mémoire épars qui remontent à sa conscience de manière aléatoire, les assemble en une nouvelle histoire, qu'il tient pour vraie, même si elle contredit la réalité. Un dysfonctionnement certainement lié à une lésion du cortex orbito-frontal.

◆◆◆ *c'est-à-dire le revivre ; et plus vous le rappellerez souvent, plus la probabilité qu'il soit déformé est importante.* »

### Racontée en détail, l'arrestation n'a pourtant jamais eu lieu

De nombreuses expérimentations chez l'animal ont permis, en créant artificiellement de faux souvenirs, de comprendre ce qui se passe au niveau neurobiologique. « *L'expérience fondatrice est celle publiée en 2013 par l'équipe de Susumu Tonegawa, professeur de neurosciences au Massachusetts Institute of Technology*, indique Pascal Roullet. *Les chercheurs ont utilisé la technique de l'optogénétique, qui permet d'activer spécifiquement certains neurones génétiquement modifiés en les exposant à une source lumineuse.* » Les chercheurs ont d'abord placé les souris dans une cage A contenant de la nourriture, ce qui a permis de créer un réseau de neurones activable codant ce bon souvenir. Le lendemain, ils ont transféré ces souris dans une cage B. Ils ont alors réactivé artificiellement les souvenirs de la veille en exposant les neurones à un faisceau lumineux, tout en soumettant les souris à un petit choc électrique. Lorsqu'ils ont replacé ces souris dans la « bonne » cage initiale, elles se sont figées de peur. « *En co-activant deux réseaux de neurones, les chercheurs ont associé deux événements indépendants, ce qui a mené à la formation d'un seul réseau neuronal générant un faux souvenir*, explique Pascal Roullet. *Les faux souvenirs, comme les vrais, ne relèvent donc pas seulement de la psychologie, mais ont un support physique : on peut créer chez l'animal un faux souvenir par un processus neurobiologique, comme on peut le faire chez l'humain par la suggestion.* »

Dans le film *Total Recall*, le héros, ouvrier aspirant à pimenter une vie terne, se fait poser un implant contenant le souvenir d'un voyage sur Mars. Mais dans la vie réelle, notre mémoire peut être « hackée » par la simple suggestion. La preuve avec l'expérience menée en 2015 par deux psychologues britanniques, Julia Shaw et Stephen Porter. Ils ont indiqué à des étudiants que leurs parents avaient rapporté être allés les récupérer au commissariat, dans leur adolescence, car ils avaient agressé un camarade.

**Témoignage** d'une jeune femme victime de violences conjugales, au commissariat de police. Faire préciser les faits est un exercice délicat : des questions trop dirigées peuvent en effet influer sur le récit des événements.

## Effacer les cicatrices de la vie ?

Saura-t-on un jour effacer les mauvais souvenirs, ceux qui entravent notre vie ? Dans *Eternal Sunshine of the Spotless Mind*, le film de Michel Gondry, Clémentine fait appel à une entreprise pour extirper de sa mémoire tous les souvenirs liés à son couple, pour échapper à la douleur et à la rumination de la rupture. Est-ce possible ? « *On sait le faire chez l'animal,* indique Pascal Roullet, neurobiologiste à l'université de Toulouse, *mais cela requiert des techniques lourdes, complexes, impossibles à utiliser chez l'humain. De toute façon, éthiquement, c'est inenvisageable !* » Mais si l'on n'efface pas les souvenirs douloureux, poursuit le chercheur, « *on peut les atténuer, les modifier* », notamment pour soigner des victimes de souvenirs handicapants, comme les phobies, ou traumatiques. « *On demande au patient de réactiver sa mémoire traumatique. Dans un premier temps, il doit écrire le script de son histoire, donner tous les détails contextuels, émotionnels. Il le fait sous propranolol, un bêtabloquant, une molécule anxiolytique qui va l'apaiser mais qui va aussi agir sur la reconsolidation de la partie émotionnelle du souvenir. En répétant cette expérience six fois, on parvient à modifier le souvenir traumatique, sans toucher la part contextuelle mais en diminuant sa composante émotionnelle, celle qui fait souffrir.* » Environ 70 % des patients ainsi traités sont guéris.

JEAN-PIERRE REVIGAMMA-RAPHO

Après plusieurs séances de remémorations, plus de deux tiers des étudiants finissaient par décrire, avec moult détails, l'agression et l'arrestation ! *« Une expérience assez terrifiante,* observe Pascal Roullet, *car elle prouve que l'on peut modifier totalement un vrai souvenir en y glissant un seul élément faux. »*

### En 2012, un psychologue condamné en France pour faux souvenirs induits

Mais comment vivre si ma mémoire n'est que sables mouvants, *« musée chimérique de formes inconstantes, amas de miroirs brisés »* comme l'écrivait Jose Luis Borges (1) ? *« Il est impossible de distinguer le vrai du faux,* confirme Pascal Roullet, *sauf si l'on peut corroborer le souvenir avec des vidéos, des photos. Bien sûr, les souvenirs sont importants pour savoir qui l'on est, mais est-ce si perturbant s'ils sont faux ? Après tout, l'évolution naturelle d'un souvenir n'est pas très différente. »* Pour le neurobiologiste, c'est en matière de justice et de police, ou encore de psychothérapies à caractère déviant, que la vulnérabilité de la mémoire a des répercussions dramatiques : *« Des questions trop dirigées, issues de personnes faisant autorité comme un psychothérapeute ou un policier, peuvent influer sur les souvenirs d'une victime, d'un témoin ou d'un suspect. »*

Chercheur en psychologie cognitive à l'université de Nîmes, Olivier Dodier est parfois sollicité avant un procès pour évaluer les facteurs qui pourraient avoir « contaminé » les témoignages. *« Par exemple, une femme vient porter plainte : son mari l'a frappée au visage, dit-elle, et l'enquêteur reprend : "D'accord, mais il vous a aussi donné des coups dans le ventre ? " Si elle dit oui, cela peut être vrai, mais il se peut aussi qu'elle ne se souvienne pas bien, et pense que le policier, lui, sait. C'est chez les enfants qu'on observe le plus souvent cette tendance à "faire plaisir". Mais même si la victime dit non, l'information lui a été suggérée, elle a été associée à l'audition, et avec le temps, elle peut être incorporée au souvenir de l'événement violent. »*

Le pouvoir de la suggestion est tel que le sujet peut finir par s'autoconvaincre, comme ce fut le cas de Patrick Dils, âgé de 16 ans en 1986, qui réitéra des aveux précis, terrifiants, et fut condamné à tort pour le meurtre de deux enfants, puis finalement innocenté en 2002. De même, *« lorsqu'un thérapeute émet de façon répétée l'hypothèse d'un lien de causalité entre la souffrance de son patient et des violences subies dans l'enfance, alors même que celui-ci n'en a jamais parlé, cela peut générer* in fine *des faux souvenirs »*. Le premier procès pour faux souvenirs induits, en France, date de 2012 : un psychologue parisien a été condamné pour avoir persuadé ses patients qu'enfants, ils avaient été victimes de violences d'ordre sexuel, tout en leur extorquant des sommes folles.

Policiers, gendarmes et magistrats ont commencé à réviser leurs méthodes d'audition, notamment pour recueillir les témoignages d'enfants victimes d'abus sexuels, à adopter des protocoles élaborés par des scientifiques afin d'éviter tout biais suggestif. Mais, regrette Olivier Dodier, *« on ne prête pas assez attention à l'interrogatoire des adultes dans les affaires criminelles, alors que le témoignage oculaire occupe encore un rôle primordial. »* Or, selon l'organisme américain Innocence Project, la mauvaise identification par des témoins oculaires est responsable de plus de la moitié des erreurs de justice et condamnations injustifiées aux États-Unis. Notre façon de nous souvenir est désespérément imparfaite. *« Argile du passé que le présent remodèle comme il veut »*, écrivait Borges (2).

**ÉLIANE PATRIARCA**

1. *Éloge de l'Ombre*, 1969.
2. *Les Conjurés*, 1985.

MÉMOIRE FLASH

## L'eau ne se souvient pas

**L'eau est-elle douée de mémoire ? Autrement dit, après avoir été en contact avec de la matière, peut-elle en exprimer le souvenir une fois celle-ci envolée ?**

**Cette hypothèse, Jacques Benveniste (1935-2004), un éminent chercheur en immunologie, pense en apporter la preuve lorsqu'il publie les bases de cette théorie dans *Nature*, en 1988. Dans ses travaux, il affirme qu'après avoir réalisé de très hautes dilutions d'un anticorps dans de l'eau – à tel point qu'il n'y a aucune chance que la molécule de l'anticorps soit encore présente –, la solution reste active : elle provoque la réaction d'un basophile, un acteur du système immunitaire impliqué dans l'allergie. Mais ses expériences n'ont jamais pu être reproduites de façon convaincante et indépendante. D'ailleurs, au vu du nombre vertigineux de molécules que l'eau peut rencontrer, comment sa mémoire pourrait-elle s'organiser ?**

**CAROLINE DEPECKER**

**Sébastien Ledoux**
Historien, maître de conférences à l'université de Picardie Jules-Verne

# « Écrire à partir de l'ensemble des mémoires, même antagoniques »

À l'opposé du roman national et de sa vision biaisée du passé, le chercheur doit entendre, confronter et critiquer tous les témoignages, précise l'historien, qui rappelle par ailleurs l'importance des commémorations dans la construction d'une identité collective.

**Quel est le rôle de la mémoire pour un historien ?**
La mémoire vive – les témoignages – est une source incontournable pour ce qu'on appelle l'histoire du temps présent, celle dont les acteurs sont toujours vivants. Depuis la Seconde Guerre mondiale, on établit de grands recueils de témoignages que l'on compare à d'autres livrés trente ou quarante ans plus tard, afin de les croiser. Cette forme d'histoire orale a connu un essor depuis les années 1970, même si auparavant on disposait déjà de témoignages, écrits, comme les fameux carnets des poilus.

**Mais cette histoire basée sur la mémoire individuelle, subjective et faillible, peut-elle être objective ?**
La méthode scientifique en histoire opère par critique et croisement des sources, afin de dégager un récit plus objectif, plus distancié. Les témoignages doivent donc être considérés comme des objets critiquables, à l'instar de n'importe quelle source (textes, photos…). Or ces paroles sont aujourd'hui très médiatisées. Nous sommes entrés, comme le dit l'historienne Annette Wieviorka, dans « l'ère du témoin ». D'où la difficulté de faire entendre une réalité plus complexe.

**Comment cette histoire basée sur la mémoire vive peut-elle devenir un récit à l'échelle de la nation ?**
Lorsqu'elle fait sens au-delà du groupe de témoins. On peut prendre l'exemple du film *Shoah,* de Claude Lanzmann, sorti en 1985, qui, en s'appuyant sur des témoignages, a contribué à intégrer dans le récit national le sort des Juifs pendant la Seconde Guerre mondiale. Ce récit national, on peut le définir comme la mise en récit d'une histoire centrée sur la nation et à laquelle participe n'importe quel individu. Il diffère du roman national, qui véhicule une vision de l'histoire plus orientée, défendant systématiquement la nation en écartant, voire en contestant ses « pages noires ».

**Dans l'écriture de l'histoire, y a-t-il des mémoires que l'on ne peut pas entendre ?**
Si l'on prend l'exemple de la guerre d'Algérie, certaines mémoires n'ont pas été vraiment prises en compte d'un point de vue politique. Mais le rôle de l'historien est d'écrire à partir de l'ensemble des mémoires, parfois antagoniques, en l'occurrence celle des indépendantistes, algériens et français, des soldats, des rapatriés pieds-noirs, des harkis, etc.

**À partir de quel moment l'expérience individuelle peut-elle prendre une valeur collective ?**
Des témoignages peuvent se voir attribuer une valeur collective, parfois presque universelle, quand ils rencontrent un certain type de récit national, et il est intéressant de constater que cette valeur est susceptible d'évoluer dans le temps. Par exemple, dans les années 1950-1960, on a beaucoup valorisé les témoignages de résistants comme des expériences exemplaires, parce qu'ils s'inséraient dans un récit national qui glorifiait la Résistance. Plus tard, dans les années 1980-1990, cette valeur collective a plutôt été attribuée à la parole des déportés juifs, alors même que certains – tel Primo Levi – avaient déjà livré des témoignages par le passé. C'est ce qui est apparu lors du procès de Klaus Barbie, en 1987, où les médias ont mis en avant les témoignages des rescapés juifs et des parents des enfants de la colonie d'Izieu, exterminés à Auschwitz, par rapport à ceux des résistants.

**Les lieux aussi peuvent participer à cette mémoire collective…**
Il existe deux types de lieux de mémoire, ceux qui sont chargés d'histoire, comme le Vel d'Hiv (Vélodrome d'Hiver) à Paris, rue Nélaton, et ceux où l'on instaure un lien mémoriel sans expérience historique, comme le jardin du Luxembourg où l'on a inauguré, en 2007, une sculpture intitulée *Le Cri, l'Écrit* : des chaînes représentant l'abolition de l'esclavage. Cela, parce que le Sénat (qui se trouve dans le jardin du Luxembourg) a voté le 10 mai 2001 la « loi Taubira » qui reconnaît l'esclavage comme un crime contre l'humanité.

**Qui va piocher dans l'histoire les événements à commémorer ?**
Le président de la République est un acteur essentiel des politiques de mémoire. La panthéonisation de femmes et d'hommes exemplaires est l'une de ses

FRANÇOIS GUÉNET POUR SCIENCES ET AVENIR

attributions. De nombreuses journées de commémoration sont également votées au Parlement. Ces cas mis à part, ce sont essentiellement des militants de la mémoire, comme pour le Vel d'Hiv. Dès leur retour, des rescapés des camps de concentration ont investi ce lieu, retenu comme symbolique, pour commémorer chaque année la rafle du 16 juillet 1942, qui fut la plus grande rafle de Juifs d'Europe de l'Ouest.

**Quel rôle jouent ces lieux de mémoire et ces temps de commémoration ?**

D'abord, il s'agit de fixer le souvenir d'un fait au-delà d'une génération. La mémoire individuelle a besoin de s'ancrer dans des espaces et dans des temps qui viennent la structurer. Les commémorations permettent également de construire une identité collective grâce à laquelle chacun se sent membre d'une communauté, qu'elle soit culturelle ou nationale. C'est par exemple le cas de celle du 11-Novembre, qui a lieu depuis 1922 devant les monuments aux morts, et ce, dans le moindre village.

**Ces commémorations participent-elles de ce qu'on appelle le devoir de mémoire ?**

La notion de « devoir de mémoire » s'est imposée au début des années 1990 pour signifier qu'il y avait une obligation morale à reconnaître la vérité des crimes de l'État français contre les Juifs pendant l'Occupation. Elle s'est ensuite élargie à l'esclavage et à la guerre d'Algérie avant de s'étendre à d'autres événements historiques. Son utilité est de rappeler des faits avérés scientifiquement, même s'ils ne glorifient pas la nation, en luttant contre l'instrumentalisation du passé et contre *les fake news*. Elle sert aussi à ancrer les générations dans une perspective temporelle, afin de contrer la tyrannie de l'immédiateté, aux effets amnésiques. Elle permet à l'individu de nourrir son identité en lui apportant une épaisseur historique.

**Mais est-ce suffisant d'instaurer des dispositifs mémoriels, à l'école en particulier ?**

On ne peut transformer des élèves en citoyens en leur enjoignant seulement, par devoir de mémoire, d'assister passivement à des commémorations. On passe à côté de l'objectif, parce que la mémoire ne peut pas tout résoudre – les violences, les intolérances, une société fracturée. D'autres liens peuvent consolider une société.

**Dans cette époque d'inflation mémorielle, est-ce que trop de mémoire ne tue pas la mémoire ?**

En effet, avec deux écueils. Le premier, c'est le morcellement. Il n'est pas évident de faire partager par toute une collectivité un hommage à un groupe particulier ; on risque de perdre le fil du collectif. Le deuxième écueil, c'est la routinisation : quand l'agenda commémoratif se répète, il devient beaucoup plus compliqué de mettre en avant le sens des célébrations. Or, le tout-mémoriel, c'est la recherche d'une cohésion symbolique dans une société qui a moins de liens et d'institutions symboliques que par le passé. Mais ce n'est pas en multipliant les commémorations que l'on va nécessairement recréer un projet commun.

**Finalement, la mémoire n'est-elle pas devenue une sorte de substitut à un avenir dans lequel on n'arrive pas à se projeter ?**

Exactement. D'ailleurs, il y a un recoupement entre ce que l'on a appelé la « crise de l'avenir » de la fin des années 1970 et l'importance accordée à la mémoire à partir des années 1980-1990. La centralité actuelle de la mémoire est devenue une façon d'appréhender tous les événements de la vie sociale, ce qui a par ailleurs entraîné la multiplication de conflits mémoriels. Les politiques de reconnaissance et de réparation des violences (procès, commissions « Vérité et réconciliation », lois mémorielles) ont engendré un retour de bâton depuis les années 2000. On déboulonne des statues d'un côté et, de l'autre, on observe un retour du nationalisme qui instrumentalise le passé et peut mener à des actes d'agression, comme dans le cas de la Russie contre l'Ukraine.

**PROPOS RECUEILLIS PAR SARA DE LACERDA**


**Sébastien Ledoux,** *Vichy était-il la France ? Le Vel d'Hiv et sa mémoire,* Jean-Claude Lattès, 2025

*Histoire et Mémoire(s),* CNRS Éditions (coll. Documentation photographique), 2024

*La Nation en récit,* Belin, 2021

*Le Devoir de mémoire : une formule et son histoire,* CNRS Éditions, 2016

**Henry Rousso,** *Face au passé : essais sur la mémoire contemporaine,* Belin, 2016

**Sarah Gensburger, Sandrine Lefranc,** *La Mémoire collective en question(s),* PUF, 2023

**Sarah Gensburger,** *Qui pose les questions mémorielles ?* CNRS Éditions, 2023

# Mémoires parallèles

Loin d'être l'apanage de l'humain, la mémoire est partagée par l'ensemble du vivant, y compris, la science l'atteste, par des organismes unicellulaires. Mais éblouis par la technologie, nous avons désormais tendance à confier la nôtre aux applis et à l'IA… au risque de rendre notre cerveau paresseux.

GETTY IMAGES

# ILS RETIENNENT TOUT… OU PRESQUE !

Ces trente dernières années, de nombreux travaux ont montré qu'oiseaux, mammifères et même céphalopodes peuvent se servir de leurs souvenirs pour adapter leur comportement.

WIKIPEDIA CC

Tous les jours, en rentrant chez vous, vous déposez vos clés dans le bol situé dans l'entrée. Ce matin, elles n'y sont pas. Pour les retrouver, c'est un véritable voyage mental qui commence. Vous vous projetez dans le contexte de votre souvenir : quoi, quand, où ? Hier soir, la météo annonçait de la pluie. Or, vous sachant tête en l'air, vous avez mis vos clés dans la poche de votre imperméable, afin d'être sûr de ne pas les oublier au moment de partir.

Cette capacité cognitive, la mémoire épisodique, définie en 1972 par le psychologue canadien Endel Tulving, est au centre de nombreuses caractéristiques humaines : le remords, le sens de soi ou encore la nostalgie. Elle permet d'enregistrer un événement personnel et unique avec son contexte temporel et spatial et de le convoquer au besoin, afin de planifier le futur. On estime qu'elle contribue largement à l'identité individuelle et qu'elle est au fondement de la socialité – l'ensemble des liens sociaux – complexe de notre espèce. En effet, nos relations sont conçues sur des souvenirs d'événements clés : une rencontre, une promesse ou encore une rupture – qui nous permettent de nous repérer dans notre environnement social. Mais est-ce l'apanage de l'humain ?

Endel Tulving a toujours maintenu que l'hippocampe des animaux non humains n'était pas assez développé pour servir de foyer à cette mémoire épisodique. Ainsi, pour une partie de la communauté scientifique, les animaux seraient cognitivement bloqués dans le temps, incapables de se servir du souvenir d'événements passés pour se projeter dans l'avenir. Pourtant, ces trente dernières années, quantité d'études ont semblé montrer que cette idée est erronée !

Tout a commencé en 1998, lorsque Nicola Clayton et Anthony Dickinson, alors à l'uni-

B. JOZET

**« À SUPPOSER QU'UN ANIMAL PUISSE VISUALISER MENTALEMENT SON PASSÉ, ON IGNORE S'IL EST ALORS CONSCIENT QUE CE QU'IL REVIT NE SE PASSE PAS DANS L'INSTANT PRÉSENT »**

**Christelle Jozet-Alves,** chercheuse au laboratoire d'éthologie animale et humaine à l'université de Caen

**Emmanuelle Pouydebat,** *L'Intelligence animale*, Odile Jacob, 2017

**Podcasts**
**« Les plantes ont-elles une mémoire ? »** Conférence de C. Damesin, L. Martin et J.-B. Veyrieras, France Culture, 2020, https://sciav.fr/memoire-plantes

**« Mémoire des animaux : le mythe du poisson rouge amnésique »,** La Fabrique des souvenirs, France Culture, 2023, https://sciav.fr/memoire-poisson

versité de Californie à Davis, démontrent pour la première fois l'existence d'une mémoire épisodique chez un animal non humain : le geai buissonnier (*Aphelocoma californica*). Ces corvidés adeptes de la « mise en réserve » dissimulent leur nourriture afin de la récupérer plus tard, un peu comme le font les écureuils. Les scientifiques les ont induits à cacher des vers, périssables, et des cacahuètes, non périssables, puis les ont empêchés de retourner à leurs caches. Lorsqu'ils étaient relâchés rapidement, les geais se rendaient aussitôt vers les vers, pour un festin de protéines bien fraîches. En revanche, ils préféraient les caches à cacahuètes s'ils étaient retenus assez longtemps pour que les vers pourrissent. Ces corvidés sont donc capables d'enregistrer dans leur mémoire le type de nourriture (« quoi »), l'endroit où les aliments sont cachés (« où »), et le délai entre la mise en réserve et la récupération de l'aliment (« quand »).

**En fonction du temps** dont il a été tenu éloigné de ses caches alimentaires de vers (putrescibles) et de cacahuètes (non périssables), le geai buissonnier (*Aphelocoma californica*) choisit les uns ou les autres. Il révèle ainsi une mémoire épisodique sophistiquée.

**Observé lorsqu'il dissimule sa nourriture, le geai reviendra changer de cachette**

*« Ces trois caractéristiques (quoi, où, quand) ne suffisent pas à elles seules pour établir que ces animaux ont bien une mémoire épisodique,* explique Christelle Jozet-Alves, chercheuse CNRS au laboratoire d'éthologie animale et humaine à l'université de Caen. *Je peux me "souvenir" que je suis née (quoi) dans telle ville (où), à telle date (quand), mais c'est une connaissance sémantique mémorisée, et non un souvenir réel. De la même manière, on peut apprendre à un animal où et quand se trouve quoi comme une vérité générale. »* Pour qu'un souvenir soit affilié à la mémoire épisodique, il faut donc que l'événement mémorisé soit unique et personnel, et que l'information qu'il contient soit utilisable de manière flexible. *« Difficile d'interroger un animal pour déterminer s'il peut ou non visualiser mentalement son passé,* poursuit la chercheuse. *Et s'il en est capable, on ignore s'il est vraiment conscient que ce qu'il revit dans sa tête ne se passe pas dans l'instant présent. Pour permettre d'identifier une mémoire de type épisodique, il faut donc employer des critères comportementaux très exigeants (quand, où, quoi, flexibilité, unicité). »*

Trois ans plus tard, en 2001, Nicola Clayton confirme les surprenantes capacités du geai buissonnier. Cette fois-ci, elle remarque qu'un individu ayant déjà pillé la cache d'un congénère se montre bien plus prudent en dissimulant sa propre nourriture. En particulier s'il se rend compte qu'il est observé par un autre geai : il revient alors un instant plus tard ◆◆◆

## Comment tromper une seiche

Quand un souvenir se forme, la mémoire épisodique stocke un ensemble d'informations qui sont ensuite réassemblées au moment où le souvenir est convoqué. *« C'est ce qu'on appelle un processus reconstructif*, explique Christelle Jozet-Alves. *Et c'est ce qui explique qu'un souvenir sera plus ou moins complet ou net, car il peut y avoir des erreurs de reconstruction. »* Dans une étude parue en 2024, la chercheuse a voulu savoir si les seiches, céphalopodes aux capacités cognitives surprenantes, possédaient un mécanisme de mémoire similaire. Pour ce faire, elle les a exposées à un premier événement, puis à un événement quasiment identique au premier mais visant à en perturber le souvenir. Enfin, les seiches étaient soumises à un dernier test, durant lequel elles devaient faire un choix fondé sur leur souvenir du premier événement. *« Plus deux souvenirs se ressemblent, plus une partie de l'un peut être intégrée dans l'autre par erreur*, note Christelle Jozet-Alves. *Et le faux souvenir ainsi formé peut devenir la nouvelle "version officielle". »* Résultat de l'expérience : lors du dernier test, une partie des seiches ayant vécu l'événement perturbateur se trompaient effectivement dans leur choix final. Il ne s'agit pas d'un défaut de mémoire, mais bien d'un faux souvenir, car lorsqu'elles n'étaient pas « trompées », les seiches ne commettaient pas d'erreur. Conclusion : même privés d'hippocampe, ces animaux non humains sont bel et bien dotés de structures cérébrales capables de réassembler les différentes parties constitutives d'un souvenir dans leur mémoire de type épisodique.

◆◆◆ et change sa nourriture de cachette ! Le geai buissonnier est donc bien capable de convoquer le souvenir d'une expérience passée personnelle afin de modifier sa conduite.

### Comme l'humain, les chimpanzés peuvent voyager mentalement dans le temps

Les éléments clés d'une mémoire de type épisodique seraient présents chez d'autres oiseaux, comme les colibris et les aras à gorge bleue, mais aussi les mammifères. De tous nos amis velus, les primates semblent *a priori* les plus cognitivement proches de nous, en particulier les chimpanzés, dont les aptitudes à tirer parti d'un environnement complexe révèlent avec évidence l'étonnante mémoire. Par exemple, les communautés qui habitent les jungles du parc national de Taï, en Côte-d'Ivoire, retiennent la position des arbres qui produisent les fruits les plus juteux et, mieux encore, savent exactement à quel moment ces fruits sont mûrs ! Une information cruciale, car ces animaux parcourent parfois jusqu'à plus de dix kilomètres pour récolter leurs fruits préférés, et les arbres ne produisent pas tous au même moment de l'année, ni au même rythme. Hors de question, donc, de se déplacer pour rien ! Leurs expéditions alimentaires reposent donc à la fois sur une mémoire spatiale *(lire l'encadré p. 72)* – ils ont appris à reconnaître les distances, les directions et les meilleurs chemins – et sur une mémoire de type épisodique, car ils retiennent où et quand ils sont allés dans le passé, afin de savoir quand y retourner. Cette même flexibilité a été observée, en 2024, par une équipe de l'université de Barcelone, chez des chimpanzés qui se nourrissent de fourmis légionnaires, riches en protéines. Les fourmilières sont très bien cachées, et ne sont pas occupées en permanence ; or les chimpanzés semblaient savoir exactement où et quand se rendre pour mettre la main sur leur festin d'insectes.

Il n'est pas si surprenant que nos proches cousins soient dotés de capacités cognitives similaires aux nôtres. Celle de « voyager dans le temps mentalement » n'est en effet sûrement pas apparue soudain chez l'humain, selon Michael Corballis, psychologue de l'université d'Auckland (Nouvelle-Zélande). D'ailleurs, contrairement à ce qu'affirmait ◆◆◆

**Une expérience** menée en 2024 à l'université de l'Indiana à Bloomington (États-Unis) a montré la capacité des rats à faire appel à leurs souvenirs pour résoudre un problème inattendu..

© GETTYIMAGES

# La sensitive a du bon sens

Les plantes sont elles aussi dotées d'une mémoire, qui leur permet de percevoir et de stocker des signaux environnementaux afin de s'y adapter. Variations de température, force du vent, agression par des pathogènes ou des animaux, disponibilité de l'eau et de la lumière… Autant de facteurs qui évoluent autour des végétaux, lesquels doivent s'adapter ou mourir à défaut de pouvoir se déplacer. En 2014, Monica Gagliano, aujourd'hui à l'université de Southern Cross (Australie), démontrait ce principe de mémoire chez la sensitive (*Mimosa pudica*), dont les feuilles se replient au moindre contact. En soulevant des pots de sensitives à plusieurs reprises, la chercheuse a remarqué que les feuilles se repliaient de moins en moins, puis plus du tout : la plante retenait que ce mouvement subi n'était pas dangereux pour elle. Les feuilles continuaient cependant de se rétracter lorsqu'elles étaient touchées directement. De même chez les arbres : lorsqu'un vent fort souffle soudain, un gène s'exprime dans le tremble (*Populus tremula*) afin de stimuler l'épaississement du tronc et des racines. Si la pression perdure, le gène cesse d'être exprimé. Le peuplier retient donc que ce stress n'est pas une menace.

Mais comment les plantes, dépourvues de système nerveux, font-elles pour analyser et enregistrer des informations afin d'y réagir ? C'est la question que se posent encore de nombreux biologistes. Il semblerait qu'un ensemble de mécanismes moléculaires soit impliqué : signalisation électrique intercellulaire, signaux chimiques issus du métabolisme ou de la régulation des gènes (épigénétique), signaux mécaniques (pression, mouvement de l'eau, de l'air). Un exemple moléculaire bien connu est celui de la protéine PRC2, impliquée dans la mémoire environnementale de certaines plantes. En régulant l'expression de certains gènes lorsqu'une plante est longtemps exposée au froid, elle permet notamment à celle-ci d'encoder son contexte « hivernal », afin qu'elle puisse fleurir dès que les températures se réchauffent.

MÉMOIRE FLASH

## Les dons cachés du poisson rouge

Les éléphants ont-ils bonne mémoire ? Sans aucun doute ! Ils peuvent retenir des centaines de kilomètres de trajectoires migratoires pour trouver la végétation et les points d'eau dont ils ont besoin, et se souviennent d'événements passés qui affectent leur environnement, comme les épisodes de sécheresse. Mais ils ont aussi une excellente mémoire sociale, qui ne se limite pas à leur espèce ! En 2024, une équipe de l'université de Kiel (Allemagne) montrait que des éléphants de savane (*Loxodonta africana*) peuvent reconnaître leur soigneur humain, même après plus de treize ans de séparation ! Quant au poisson rouge (*Carassius auratus*), il n'a pas la mémoire aussi courte que le prétend l'expression. Au contraire, ses capacités mémorielles sont étonnantes. Il peut notamment retrouver son chemin dans un labyrinthe, reconnaître un son associé au repas, ou se réfugier dans une cachette déjà visitée plus rapidement que lorsqu'il la découvre pour la première fois.

**WILLIAM ROWE-PIRRA**

Endel Tulving, plusieurs travaux ont démontré que l'hippocampe des mammifères produit des ondulations aiguës, les mêmes qui, chez les humains, coordonnent la rediffusion des souvenirs, c'est-à-dire le moment où nous « rejouons » dans notre tête des moments passés mémorisés. Pour Scott Slotnick, professeur de psychologie et neurosciences cognitives au Boston College (États-Unis), cela indique qu'ils possèdent tous une forme de mémoire de type épisodique. Une hypothèse corroborée par le fait que les structures hippocampiques responsables de cette faculté se retrouvent de manière plus ou moins similaire chez les mammifères comme les grands singes, les éléphants, les dauphins ou encore… les rats !

### Une « question inattendue » à laquelle les rats sont capables de répondre

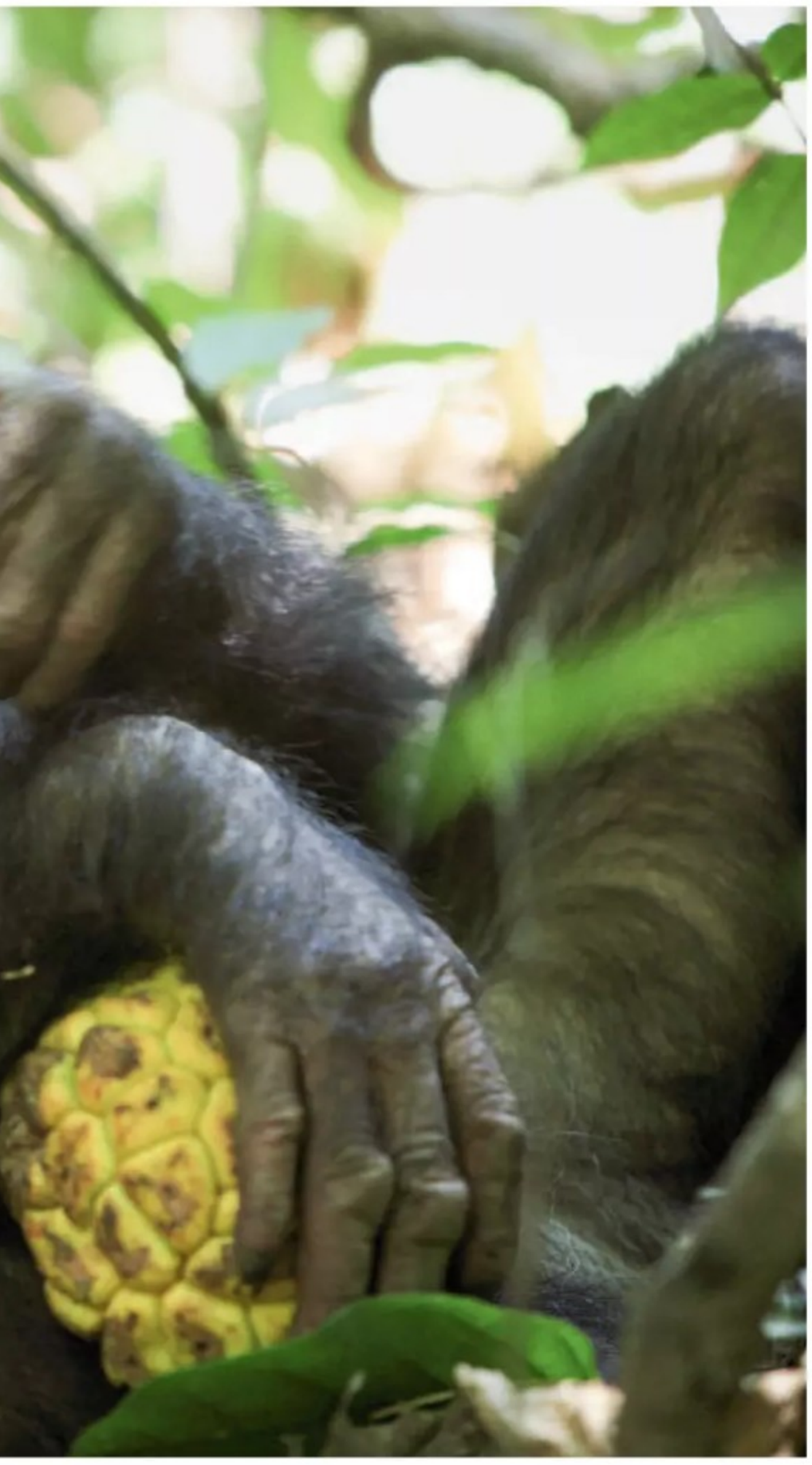
*« Les rats sont capables d'encoder et de rejouer dans leur mémoire des séquences de plus de trente événements à la suite »*, souligne Jonathon Crystal, professeur de psychologie et neurosciences de l'université de l'Indiana à Bloomington (États-Unis). En 2024, avec sa collègue Cassandra Sheridan, il a exposé neuf rats à diverses odeurs, allant de la cannelle au paprika, dans un ordre donné. Les chercheurs les ont entraînés à reconnaître l'antépénultième odeur

## Les vieilles cigognes vont droit au but

Chez les oiseaux et les mammifères, la mémoire épisodique se niche dans l'hippocampe, tout comme la mémoire spatiale. Et on sait avec certitude que cette dernière, contrairement à son homologue épisodique, est très largement répandue au sein du règne animal. Elle sert, par exemple, aux migrateurs à trouver leur chemin. En 2024, une équipe de l'Institut Max-Planck de comportement animal (Allemagne) a montré que les cigognes acquièrent au fil de leur vie une meilleure connaissance spatiale de leurs trajectoires migratoires. Jeunes, elles explorent beaucoup, tandis qu'en vieillissant et avec l'expérience accumulée, elles raccourcissent leur temps de vol en suivant les trajets les plus directs et efficaces. Elles se reposent donc sur leur mémoire spatiale, enrichie par l'apprentissage, pour prendre des décisions lors de leur voyage.

De leur côté, les tortues de mer retiennent la signature magnétique de la plage qui les a vues naître afin d'y retourner pour pondre à leur tour. Mais cette mémorisation spatiale sert aussi à trouver son chemin vers la nourriture. Dans une étude parue en 2025, des chercheurs de l'université de Caroline du Nord à Chapel Hill (États-Unis) soutiennent qu'un mécanisme similaire permet à ces mêmes tortues d'établir une carte mentale magnétique grâce à laquelle elles mémorisent les zones où la nourriture est la plus abondante. Sur la terre ferme, les mammifères arboricoles, et notamment les primates, mémorisent aussi leur environnement sous forme de carte mentale, dont on estime qu'il existe deux types. Une carte topologique, construite à partir de repères et d'axes de circulation qui connectent ces derniers, et une carte euclidienne, conçue par des mesures mentales de distances et de directions, qui permettent à l'animal de créer de nouveaux chemins selon l'endroit où il se trouve par rapport à sa destination.

En plus de quarante ans d'études, Christophe Boesch, professeur à l'Institut Max-Planck d'anthropologie évolutive, a notamment remarqué que les chimpanzés semblent employer une carte euclidienne, puisqu'ils peuvent se rendre directement vers une source de nourriture depuis diverses directions sans utiliser le même chemin ni dépendre de repères précis.



CYRIL RUOSO/ BIOSPHOTO.COM

pour obtenir une récompense. Lorsque les rats n'ont plus fait d'erreurs, ils les ont lâchés dans un labyrinthe en étoile. En explorant ce dispositif, les rats découvraient au hasard des récompenses déposées sur des couvercles odorants à l'extrémité de quatre des bras du labyrinthe. Puis ils étaient soumis à une « question inattendue » – c'est-à-dire pour laquelle ils n'avaient pas subi d'entraînement direct. En l'occurrence, ils devaient choisir, entre deux odeurs, celle qui correspondait à l'antépénultième rencontrée au hasard dans le labyrinthe. Dans 100 % des cas, les rongeurs choisissaient la bonne odeur. Ce protocole élaboré a permis de s'assurer que le rat, ne sachant pas qu'il serait interrogé au sortir du labyrinthe, a dû « rejouer » ses souvenirs pour déterminer précisément la position des odeurs dans la séquence. *« Dans la plupart des situations naturelles, différents types de mémoire coexistent et sont employés en même temps*, explique Jonathon Crystal. *Pour documenter la mémoire épisodique chez un animal, il faut donc démontrer que les solutions non épisodiques à un problème de mémoire sont exclues. »*

La mémoire de type épisodique varie selon l'animal chez lequel on la sonde. Or, nombre de travaux se sont penchés sur la question en interrogeant les animaux sur un délai écoulé. Mais toutes les espèces n'encodent pas le temps de la même manière. Même parmi les humains, les repères temporels sont relatifs (date, durée, temps écoulé). *« Un poulpe ne saurait différencier une heure ou trois heures qui passent*, explique Christelle Jozet-Alves. *Cela ne veut pas dire qu'il ne possède pas de mémoire épisodique, mais qu'il encode le temps différemment, et qu'il nous faut donc établir un protocole adéquat pour interroger sa mémoire. »*

**Sans hippocampe, la seiche sait pourtant très bien où et quand trouver sa nourriture**

Dans son laboratoire d'éthologie, la chercheuse s'intéresse justement aux capacités mémorielles des céphalopodes, et en particulier de la seiche. Plus de dix ans de travaux permettent aujourd'hui d'affirmer que celle-ci possède une mémoire de type épisodique. *« Les seiches ne bougent qu'une heure dans la journée et se permettent en plus d'avoir des préférences alimentaires*, remarque la chercheuse de l'université de Caen. *Pour soutenir leur croissance démentielle – la taille des juvéniles double en moins d'un mois –, elles doivent savoir très exactement où aller, et quand, pour obtenir ce qu'elles veulent » (lire l'encadré p. 70).*

La seiche, pourtant, ne possède pas d'hippocampe. D'autres structures pourraient donc servir de support à une mémoire épisodique. Reste à savoir lesquelles…

En déterminant si les animaux peuvent voyager mentalement dans le temps, les chercheurs peuvent mieux comprendre leur cognition, mais aussi la nôtre. En effet, la mémoire épisodique est celle qui souffre le plus avec l'âge, en particulier chez les personnes atteintes de divers types de démence. Pour Jonathon Crystal, *« en combinant modèles génétiques de la maladie d'Alzheimer et modèles animaux de mémoire épisodique, nous pouvons étudier de nouvelles stratégies thérapeutiques ciblant spécifiquement la perte de mémoire épisodique des patients atteints d'Alzheimer. »*

**WILLIAM ROWE-PIRRA**

**Les chimpanzés** peuvent mémoriser l'emplacement des arbres produisant les fruits les plus juteux et, mieux encore, savent à quel moment ces fruits sont mûrs.

J. CRYSTAL

**« LES RATS PEUVENT ENCODER ET REJOUER DANS LEUR MÉMOIRE DES SÉQUENCES DE PLUS DE TRENTE ÉVÉNEMENTS À LA SUITE »**

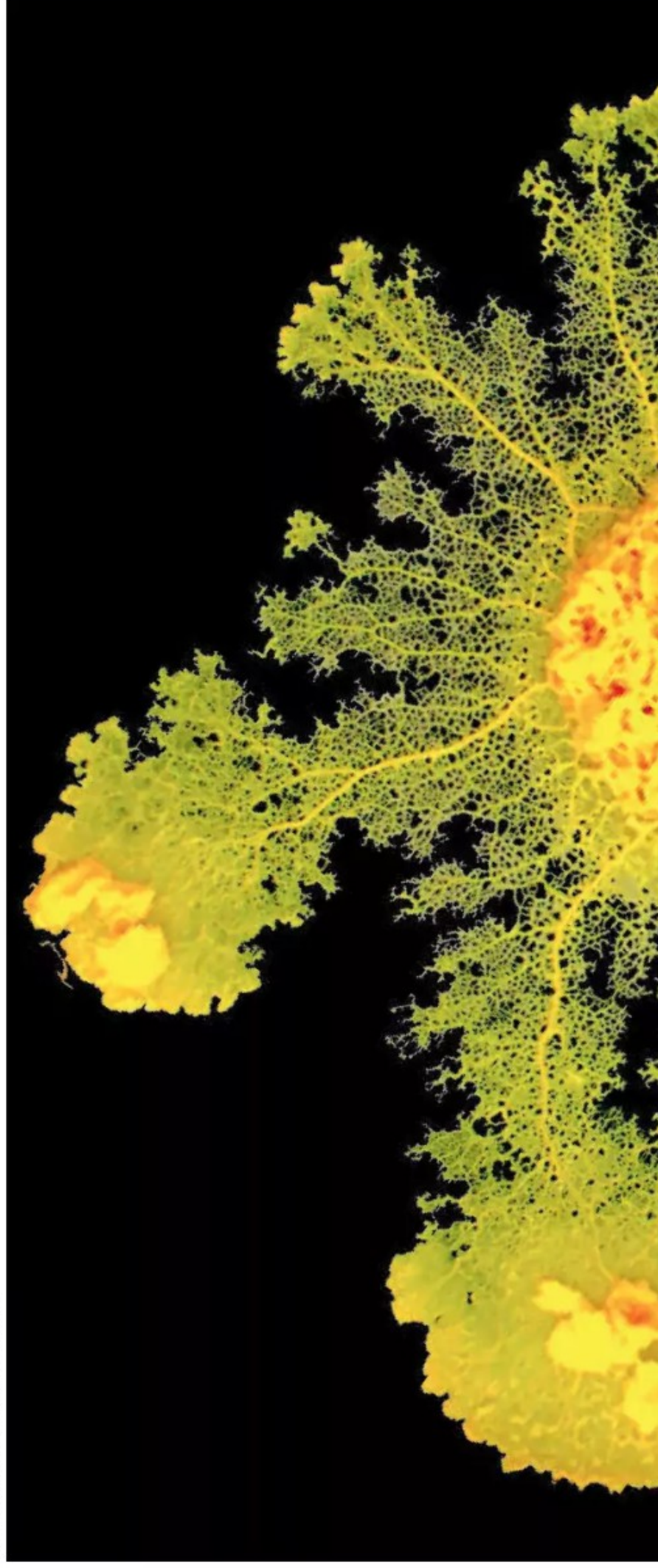
**Jonathon Crystal** professeur de psychologie et neurosciences à l'université de l'Indiana à Bloomington (États-Unis)

# Apprendre… sans cerveau ni neurones

Ils ne sont constitués que d'une seule cellule… et pourtant, ils ont de la mémoire ! Même sans système nerveux, certains organismes, tel le blob, parviennent à « se rappeler » des informations.

La mémoire est-elle apparue dans le vivant avec le système nerveux, ou des formes de mémoire sont-elles possibles chez des organismes dépourvus de neurones ? Depuis plus d'un siècle, la question intrigue de nombreux biologistes. Dans les années 1900, Herbert Spencer Jennings, zoologiste américain, a montré que de petits unicellulaires en forme de trompette, les *Stentor roeseli*, peuvent changer de comportement face à des stimuli désagréables. Après un entraînement, ils réagissent de moins en moins intensément au stimulus. Ils sont donc dotés d'une mémoire d'apprentissage, l'« habituation ». *« C'est la forme d'apprentissage la plus simple*, explique Audrey Dussutour, biologiste et directrice de recherche CNRS à l'université de Toulouse. *Elle consiste à apprendre à ignorer un stimulus répétitif un peu embêtant sans être létal. Ce que l'on fait par exemple quand, au bout d'une semaine en ville, on ne remarque plus le bruit ambiant. »*

Près d'un demi-siècle après Jennings, Beatrice Gelber, une psychologue américaine, affirme avoir observé le premier apprentissage associatif chez des unicellulaires, les paramécies. Une capacité dont la plus célèbre est celle rapportée par le médecin russe Pavlov sur les chiens, et qui relie un stimulus neutre (pour les canidés, le son d'une cloche) à un comportement (la salivation). Pour les paramécies, la psychologue a associé une tige de métal à leur nourriture préférée : des bactéries. Et remarqué qu'en temps normal, elles avaient tendance à s'éloigner de la tige, mais que si cette dernière était recouverte de bactéries, elles s'en rapprochaient. Elles conservaient ce comportement après plusieurs répétitions, même en l'absence de bactéries, semblant donc avoir « mémorisé » l'information « tige métallique = nourriture ».



IMAGES: AUDREY DUSSUTOUR / CRCA / CNRS IMAGES

## Une cellule peut-elle, ou non, faire de l'apprentissage associatif ?

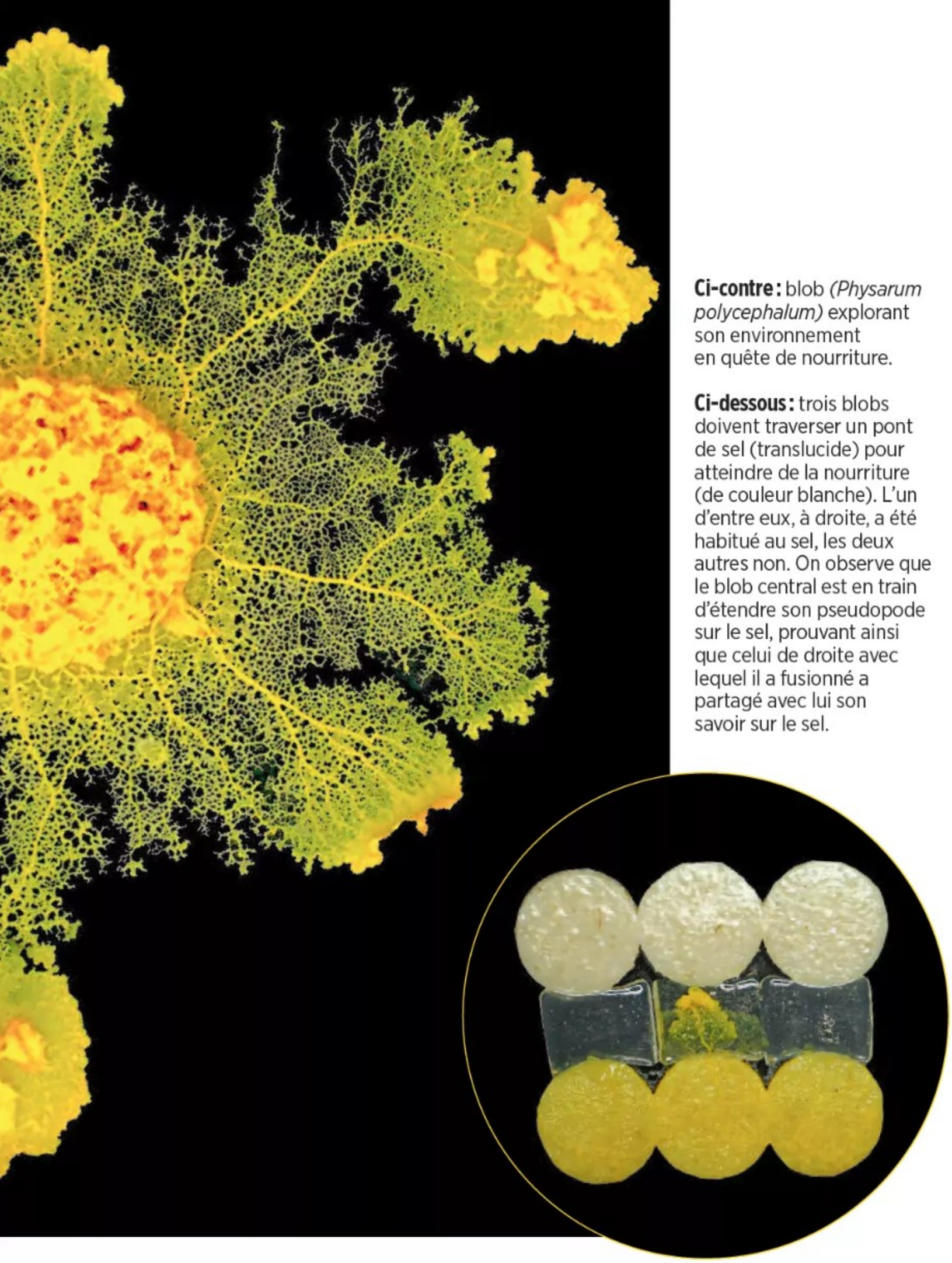
Les travaux de Beatrice Gelber furent à l'époque largement critiqués par la communauté scientifique et jamais répliqués. Tant et si bien que la chercheuse, qui en outre avait la mauvaise idée d'être une femme, arrêta de publier et que son travail tomba dans l'oubli pendant des décennies. Mais depuis une quinzaine d'années, on observe un renouveau de la recherche sur la mémoire non neuronale. Il faut dire que sur Terre, plus de 99 % des êtres vivants n'ont pas de système nerveux : plantes, bactéries, champignons, unicellulaires… On sait que certains d'entre eux ont la capacité de se souvenir d'éléments de leur environnement et d'en tirer un apprentissage. Ainsi, dans le règne végétal, les travaux de l'Australienne Monica Gagliano ont eu un large écho : elle a montré qu'une espèce de mimosa était capable d'apprendre à tolérer une perturbation *(lire aussi p. 71)*.

Chez les unicelllaires, les apprentissages sans cerveau ni neurones sont au cœur du travail d'Audrey Dussutour. La chercheuse a déjà montré que le blob (*Physarum polycephalum)* – cet organisme étonnant qui vit dans les sous-bois humides et se déplace en étendant ses pseudopo-

AFP

**« IL N'EST PAS QUESTION DE DIRE QUE LES UNICELLULAIRES ONT UNE CONSCIENCE, MAIS DE SE DEMANDER SI TOUS LES OUTILS ÉTAIENT LÀ, AU DÉPART, POUR QU'ÉMERGE LA COGNITION »**

**Audrey Dussutour,** biologiste CNRS à l'université de Toulouse



**Ci-contre :** blob *(Physarum polycephalum)* explorant son environnement en quête de nourriture.

**Ci-dessous :** trois blobs doivent traverser un pont de sel (translucide) pour atteindre de la nourriture (de couleur blanche). L'un d'entre eux, à droite, a été habitué au sel, les deux autres non. On observe que le blob central est en train d'étendre son pseudopode sur le sel, prouvant ainsi que celui de droite avec lequel il a fusionné a partagé avec lui son savoir sur le sel.

des et en contractant son réseau veineux – a la capacité d'apprendre à tolérer une substance normalement aversive comme le sel. En entraînant les blobs à traverser de petits ponts salés, elle a observé qu'ils s'y habituaient peu à peu jusqu'à finalement ne plus craindre le sel et avancer aussi rapidement que sur des ponts non salés. Dans ce cas, le support de la mémoire semble être la substance elle-même : la concentration en sel des blobs entraînés est plus importante que celle de blobs dits naïfs. De plus, après quelques jours, ils excrètent leur sel et « perdent la mémoire ». Mais s'il y avait autre chose ?

Pour aller plus loin dans ces recherches sur la mémoire des unicellulaires, Audrey Dussutour et deux autres chercheurs – Saad Bhamla, du Georgia Institute of Technology (États-Unis) et Wanze Chen, du Shenzhen Institute of Advanced Technology (Chine) – vont démarrer un programme concernant les *Spirostomum ambiguum*, qui a reçu un financement du prestigieux Human Frontier Science Program. Plus petits que le blob (ils mesurent environ 1 millimètre), ces unicellulaires ciliés vivent souvent dans les mares et « nagent » grâce à de petits poils, ou cils. Ils se contractent lorsqu'on fait vibrer leur environnement (la boîte de Pétri dans laquelle ils nagent pendant l'expérience). Mais au bout d'un moment, ils s'habituent aux vibrations et cessent de se rétracter. *« Notre première étape, pour avoir une étude en béton, sera de prouver de façon ferme l'habituation. Elle obéit à neuf critères, et tous n'ont pas encore été démontrés. »* Après cette phase, Audrey Dussutour et ses collègues ont prévu de réaliser chez les ciliés une expérience d'apprentissage pavlovien pour enfin trancher la question laissée en suspens il y a plus de cinquante ans par Beatrice Gelber : une cellule peut-elle, ou non, faire de l'apprentissage associatif ? *« Pour le moment,* rappelle la chercheuse, *toutes les études sur ce sujet ont des biais. »*

### Des questionnements à la frontière entre biologie et philosophie

Enfin, la dernière phase de ce programme de recherche ambitieux sera de faire en sorte de trouver le support de la mémoire… La principale hypothèse envisagée se trouve dans l'ARN. *« Déjà, chez le blob, il y a quelque chose dans l'ARN,* explique-t-elle. *Car quand on compare l'expression des gènes des blobs habitués ou non au sel, certains sont sur- ou sous-exprimés. »* De plus, un blob dans lequel on injecte simplement du sel n'a pas les mêmes performances qu'un blob entraîné, *« alors que lorsqu'on fusionne les cytoplasmes de deux blobs (un naïf et un habitué), il y a un apprentissage identique ».*

Pour Audrey Dussutour, l'aspect fondamental de ces recherches est important. *« Il n'est pas question de dire que les unicellulaires ont une conscience. Mais il est intéressant de se demander si tous les outils étaient là au départ pour que la cognition émerge et se complexifie. Je ne pense pas qu'elle soit venue de rien. »* Des questionnements à la frontière entre biologie et philosophie, qui se heurtent souvent à des difficultés méthodologiques : comment étudier l'apprentissage chez des organismes qui ne perçoivent pas l'environnement comme nous et dont on ne comprend pas toujours bien les réactions ? La prochaine étape sera peut-être d'inventer de nouveaux protocoles expérimentaux, plus proches de l'environnement naturel de ces organismes sans neurones ni cerveau.

**MARIKA JULIEN**

# L'éternelle course aux octets

Cartes perforées, disquettes puis micropuces… et demain ? Le grand bond en avant des capacités de stockage se poursuit, avec la quête d'une mémoire inusable, ultrarapide et à bas coût.

Contrairement à la mémoire humaine, malléable, émotionnelle et souvent imprécise, les mémoires numériques, essentielles à nos sociétés connectées, stockent et restituent les informations de manière précise, neutre et fidèle. C'est bien avant l'informatique que sont apparues les premières formes de mémoire binaire. Dès le début du XIXe siècle, en effet, les cartes perforées du métier Jacquard ont permis de coder de l'information : un trou ou l'absence de trou indiquait si un fil devait être levé ou non avant le passage de la navette, définissant ainsi la valeur d'un « pixel » du motif en cours de tissage.

## La DRAM, la mémoire qui peut aussi tout oublier

Le même principe est à l'œuvre dans les cartes perforées utilisées par l'ingénieur Herman Hollerith pour le recensement américain de 1890, puis dans la carte à 80 colonnes brevetée par IBM en 1928, qui fut le support central de la mécanographie, en quelque sorte l'âge de bronze de l'informatique. Avant même l'électronique, de nombreuses machines électromécaniques – trieuses, perforatrices, interclasseuses, tabulatrices – furent inventées pour le traitement automatisé de certaines données : comptabilité, statistiques, recensements… La carte à 80 colonnes restera comme une icône de l'informatique jusqu'au début des années 1980.

Mais pour se développer, l'ordinateur avait aussi besoin d'un autre type de mémoire, capable de ranger et retrouver rapidement les résultats intermédiaires des calculs : la mémoire centrale. Une mémoire à accès direct (RAM pour Random Access Memory), par opposition aux mémoires à accès séquentiel : on ne peut lire la énième carte perforée qu'après avoir lu la n-1… Dans les années 1950, les mémoires à tores magnétiques font leur apparition, permettant de stocker des bits de données à l'aide de petits anneaux de ferrite (une céramique ferrimagnétique) aimantés dans un sens (pôles nord et sud) ou dans l'autre. Robustes, rémanentes (elles préservent leur contenu sans alimentation électrique), elles régnèrent pendant une vingtaine d'années sur la jeune informatique.

Puis vint l'ère des puces, du silicium : la DRAM (Dynamic RAM) apparaît en 1970. Chaque bit y est incarné par un minuscule condensateur, chargé ou non. Mais il finit toujours par se décharger et il faut donc « rafraî-

**Lancée par IBM en 1971,** la disquette succède aux encombrantes cartes perforées. Amovible, économique et maniable, elle a grandement facilité l'envol de la micro-informatique. Sa capacité de stockage, initialement de 80 Ko, a culminé à 1,44 Mo, avant qu'elle ne devienne obsolète dans les années 2000.

GETTY IMAGES

chir » ce type de mémoire toutes les quelques millisecondes. La DRAM a beaucoup de qualités, mais en l'absence d'alimentation électrique, elle oublie tout…

### Increvables, non volatiles et miniaturisables

Pour le stockage à long terme, on parie sur le magnétisme. C'est avec l'ordinateur Univac I, en 1951, qu'apparaît le premier lecteur-enregistreur de bande magnétique, capable de stocker un peu plus d'un mégaoctet sur 365 mètres d'une bande à l'époque métallique. Vous avez bien lu : 365 mètres pour un mégaoctet. Support de stockage séquentiel, mais amovible, la bande magnétique reste le mode d'archivage ultime. Ce sont aujourd'hui des téraoctets (milliers de gigaoctets) qu'elle sauvegarde, à l'abri de cartouches manipulées dans des dispositifs robotisés accumulant des pétaoctets (millions de gigaoctets).

En 1956, c'est à nouveau IBM qui lance le premier disque magnétique, offrant cette fois un accès direct aux données. Il répartit environ 5 mégaoctets sur 50 plateaux de 60 centimètres de diamètre tournant à 1 200 tours par minute sur un même axe. On stocke aujourd'hui des téraoctets sur des disques de 3,5 pouces (9 cm) et même 2,5 (6 cm). Toute la littérature francophone tiendrait sur un disque actuel ! C'est encore IBM qui lance en 1962 la première unité de stockage à disque amovible, et en 1971 le premier lecteur de disquettes. Ce support très économique jouera un rôle essentiel dans l'essor de l'informatique personnelle. À partir de 1982, la révolution optique prend le relais : un faisceau laser grave et détecte d'infimes cuvettes dans un disque en polycarbonate. CD, DVD puis Blu-ray ont successivement véhiculé nos musiques et nos films, avant d'être supplantés par… internet.

Dans les années 1990 apparaît notamment le SSD (Solid-State Drive), en quelque sorte un disque sans pièce mobile, contenant des puces de « mémoire flash », où chaque bit est stocké sur un transistor possédant une « grille flottante » capable de retenir une charge électrique à l'abri d'une couche isolante d'oxyde de silicium. Ces dernières années, les SSD ont connu une explosion de performances, avec notamment des temps d'accès de quelques microsecondes et une consommation énergétique très réduite, pour un coût toujours à la baisse. Mais, talon d'Achille, la mémoire flash fatigue à l'usage : chaque bit ne peut être réécrit qu'un nombre limité de fois, par exemple 100 000. Ce qui complexifie sa gestion.

**LES RÉSEAUX DE NEURONES INCARNENT UN NOUVEAU GENRE DE MÉMOIRE ARTIFICIELLE QUI NE SE CONTENTE PAS DE STOCKER MAIS, COMME NOTRE CERVEAU, MÉMORISE EN APPRENANT**

Aujourd'hui, dans les laboratoires, les pistes pour la mémoire du futur se multiplient. On envisage des mémoires « universelles » qui seraient à la fois plus rapides que la DRAM, non volatiles, increvables, miniaturisables et économiques au point de pouvoir remplacer nos disques et SSD. La MRAM (Magnetic RAM) représente chaque bit par l'orientation relative du champ magnétique de deux couches ferromagnétiques séparées par une fine couche isolante. La mémoire à changement de phase (PCM pour Phase Change Memory) s'appuie quant à elle sur des matériaux capables de passer rapidement de l'état amorphe (désordonné) à l'état cristallin (ordonné) sous l'effet d'impulsions thermiques. La FeRAM (Ferroelectric RAM) est en quelque sorte de la mémoire DRAM à laquelle on a ajouté une couche ferroélectrique pour obtenir la non-volatilité. Enfin, la ReRAM (Resistive RAM) joue sur la création et la rupture de filaments conducteurs au sein d'un matériau isolant. La MRAM offre rapidité et endurance, mais sa fabrication reste coûteuse et sa miniaturisation délicate. Plus dense, la PCM consomme beaucoup d'énergie à l'écriture. La FeRAM, rapide et économe, souffre d'une miniaturisation encore limitée. Quant à la ReRAM, promise à une forte densité et à une faible consommation, elle doit encore surmonter des obstacles techniques, notamment en matière de fiabilité et de répétabilité.

Quand l'une de ces technologies atteindra une maturité autorisant une production massive à bas coût, un nouveau type d'ordinateur devrait émerger, où mémoire vive et mémoire de stockage ne feraient plus qu'une. Un terrain de jeu idéal pour toute application nécessitant un accès immédiat à des données massives. Notamment les réseaux de neurones, lesquels incarnent un nouveau genre de mémoire artificielle, qui ne se contente pas de stocker, mais mémorise en apprenant, à la manière de notre cerveau.

**PIERRE VANDEGINSTE**

# Trop exposé aux écrans, le cerveau devient fainéant

Consultées frénétiquement, les applications nuisent à l'attention et à la concentration. Alors qu'utilisées avec discernement, elles semblent augmenter les performances.

Google, Facebook, YouTube, TikTok… Depuis l'irruption d'internet survenue dans les années 1990, notre quotidien a radicalement changé, et les applications ont acquis une place centrale dans nos vies. Au point d'éveiller des craintes : ont-elles un impact sur la cognition, notamment sur la mémoire ? Malgré trois décennies de recul, aucune preuve scientifique définitive ne va dans ce sens. *« L'effet de ces outils sur la mémoire a été peu étudié »*, confirme Michoel Moshel, neuropsychologue à la Macquarie University de Sydney (Australie) qui, dans une méta-analyse publiée en septembre 2023 dans *Neuropsychology Review*, a passé en revue toutes les études disponibles sur les effets potentiels de l'utilisation excessive des écrans. Une poignée d'entre elles a bien pointé un potentiel effet d'externalisation, le cerveau de l'utilisateur faisant moins d'effort lorsqu'il délègue une tâche à une application, comme un GPS ou une calculatrice. Mais cela ne signifie pas pour autant que les capacités mnésiques en soient véritablement amoindries.

L'émergence des intelligences artificielles génératives, telles que ChatGPT, a cependant renforcé la méfiance. La mise en ligne d'un *preprint* (article non encore validé) en juin 2025 par une équipe du Massachusetts Institute of Technology (MIT, États-Unis) a semé la zizanie… alors même que l'objectif principal de l'étude rapportée n'était pas d'analyser l'effet de l'utilisation de l'IA sur la mémoire. *« L'expérience portait sur l'aptitude à rédiger une dissertation, ce qui implique la mémoire, mais pas uniquement »*, clarifie Nataliya Kosmyna, neuroscientifique au MIT et autrice de l'étude. Néanmoins, les résultats de celle-ci interpellent, car ils montrent que les personnes qui composent un texte à l'aide de ChatGPT s'en souviennent beaucoup moins que celles qui n'utilisent pas cet outil. Les participants,

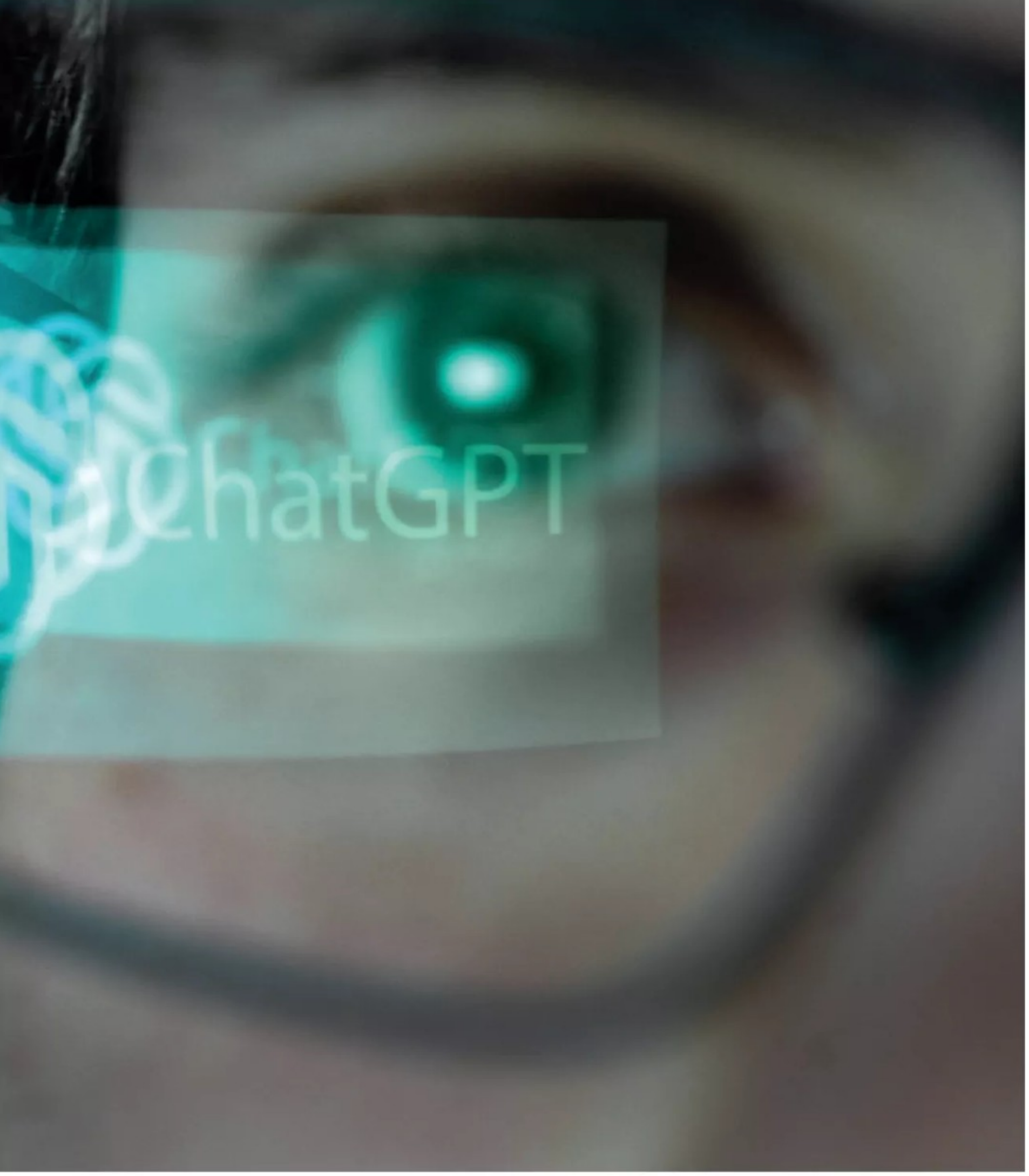
FRANK RUMPENHORST/DPA/ABACAPRESS.COM

une cinquantaine d'étudiants de la région de Boston, devaient rédiger des dissertations en vingt minutes, en recourant à l'IA, à Google, ou sans aide technologique. Durant l'exercice, leur activité cérébrale était enregistrée par électroencéphalographie. Ils devaient ensuite répondre à des questions sur leur texte et s'en remémorer des passages. La grande majorité de ceux ayant utilisé ChatGPT ne se souvenait d'aucun, alors que les participants des autres groupes y parvenaient sans problème. *« Ce qui n'est pas vraiment surprenant*, remarque Nataliya Kosmyna, *car comment peut-on se rappeler un texte si on ne l'a pas écrit ? »* Ce résultat était corrélé avec une activité cérébrale bien moins intense chez le groupe avec IA, notamment dans

FRANCESCO CHIOSSI

**« LE VISIONNAGE À LA CHAÎNE DE VIDÉOS TRÈS COURTES AFFECTE LA MÉMOIRE PROSPECTIVE, CELLE QUI NOUS RAPPELLE DE FAIRE DANS LE FUTUR UNE TÂCHE PLANIFIÉE DANS LE PASSÉ »**

**Francesco Chiossi,** chercheur en neurosciences cognitives à l'université Ludwig-Maximilian à Munich (Allemagne)




**Les solutions d'intelligence artificielle** telles que ChatGPT (400 millions de personnes en ligne chaque semaine) fournissent à leurs utilisateurs des textes dont ils oublient très rapidement le contenu.

la partie du cerveau impliquée dans la mémoire épisodique : les étudiants n'enregistraient pas de souvenirs liés au texte qu'ils étaient censés écrire. Ce que l'étude démontrait ainsi, ce n'était donc pas des problèmes de mémoire, mais d'implication : les participants étaient moins investis lorsque la tâche d'écriture était déléguée à une IA.

### Rédigés avec ChatGPT, des textes qui se ressemblent beaucoup

À la longue, cette moindre implication pourrait cependant avoir des effets délétères sur la mémoire. *« Nos capacités d'attention et de concentration pourraient s'en trouver diminuées. Car les IA délivrent une réponse qui a l'air parfaite en quelques secondes seulement. En les utilisant régulièrement, on peut penser que nous deviendrons moins attentifs et moins patients, par exemple pour lire un document afin d'y chercher une réponse,* explique Nataliya Kosmyna. *Pourtant, ces compétences sont essentielles pour l'apprentissage. »* Sans oublier que l'écriture favorise la réflexion et l'émergence d'idées originales. Ce dont témoigne d'ailleurs l'étude : les textes rédigés avec ChatGPT se ressemblaient beaucoup, ce qui n'était pas le cas de ceux des autres groupes.

Le phénomène de baisse d'attention et de concentration s'observe également avec d'autres applications récentes, notamment TikTok. Une étude de l'université Ludwig-Maximilian à Munich (LMU, Alle- ◆◆◆

MÉMOIRE FLASH

## Effet de seuil : surtout ne pas s'inquiéter

Concentrée - ou non - sur votre tâche, vous décidez d'aller chercher un objet qui se trouve dans la pièce voisine. Pleine d'élan, vous sortez de la pièce et arrivez à destination devant le placard, la commode, l'étagère, que sais-je ? Et zut, pas moyen de vous souvenir de ce que vous êtes venue y faire ! Alors, demi-tour, vous retournez à votre tâche initiale, et cela revient, comme par magie : *« Bon sang, mais c'est bien sûr, j'étais partie chercher un tournevis pour resserrer le boulon de ma lampe de bureau ! »* C'est l'effet de seuil, *doorway effect* en anglais. Sénilité, dégénérescence précoce ? *« Rien de tout cela »,* rassurent les psychologues. Le fait de passer le seuil perturbe simplement votre mémoire à court terme. En chemin, votre attention est divisée ; vos sens reçoivent des nouveaux stimuli : un objet, une couleur, un son, une odeur. Ces interférences viennent s'imprimer au-dessus de ce souvenir récent et non consolidé. Pour y remédier : énoncez à voix haute ce que vous souhaitez faire avant de quitter la première pièce. *« Je vais chercher un tournevis dans le garage ! »* Au risque de passer pour une vieille originale. Votre mémoire s'en imprègnera davantage et cela vous évitera quelques allers-retours.

**VALÉRIE HANDWEILER**

◆◆◆ magne), présentée en 2023 lors d'un congrès sur les interactions humain-machine à Hambourg (Allemagne), a montré que le visionnage à la chaîne de vidéos très courtes nous fait oublier ce que nous avions l'intention de faire. *« Cela affecte la mémoire prospective, qui nous rappelle d'accomplir dans le futur une tâche planifiée dans le passé »*, précise Francesco Chiossi, spécialiste en neurosciences cognitives à la LMU et auteur de l'étude. Pour celle-ci, 60 participants devaient retenir une tâche durant dix minutes tout en visionnant TikTok, une vidéo longue de YouTube ou X (anciennement Twitter). Résultat : ceux qui regardaient TikTok oubliaient leur tâche presque une fois sur deux, ce qui n'était pas le cas dans les autres groupes. *« Ces vidéos courtes ont tout pour capter l'attention à tous les niveaux : c'est de l'image, du son, souvent même des sous-titres, et le contenu change souvent. Elles excèdent nos ressources cognitives, au point que nous ne parvenons plus à nous focaliser sur quoi que ce soit d'autre »*, résume le chercheur. Et sans cette capacité de focalisation, la mémoire pâtit.

DRAGANLEKIC/HANSLUCAS

**Les vidéos de moins d'une minute,** telles celles diffusées sur des applications comme TikTok, excèdent rapidement les ressources cognitives, ce qui altère les capacités d'attention.

### La durée moyenne d'une vidéo sur YouTube est de trente secondes

Mais TikTok n'est pas la seule plateforme à produire cet effet. La méta-analyse de Michoel Moshel mentionnée plus haut rapporte en effet que l'utilisation excessive des écrans, peu importe dans quel but, affecte nos capacités d'attention. Un résultat qui vient s'ajouter aux conclusions d'une étude publiée elle aussi en 2023 par des chercheurs du service de pédiatrie du CHRU de Brest dans *Pediatric Neurology*, qui montre notamment qu'une exposition excessive des enfants aux écrans peut entraîner des troubles de l'attention. Plus récemment, la revue suisse *Children* soulignait en avril que la plupart des études sur le sujet montrent que l'exposition excessive aux écrans affecte la mémoire de travail et l'attention des enfants et adolescents. *« On voit déjà le phénomène dans la vie réelle : la durée moyenne d'une vidéo sur YouTube, qui était de dix minutes, est en train de passer à environ trente secondes, ce qui commence même à être trop long,* rappelle Michoel Moshel. *De plus en plus de patients me disent qu'ils ont du mal à lire un livre, à rester concentrés durant tout un paragraphe. Nous avons tous la sensation que notre attention s'effrite, et que nous avons du mal à contrôler notre utilisation des écrans. »*

Mais ce n'est pas une fatalité. *« L'attention et la mémoire sont comme des muscles, on peut les renforcer en les utilisant : par exemple, en se focalisant sur une tâche courte et en allant jusqu'au bout sans distractions ni interruptions. Et en augmentant progressivement sa durée, comme on le ferait pour une activité sportive,* conseille Michoel Moshel. *Et surtout, en évitant les contenus qui affectent l'attention, comme les vidéos courtes de YouTube et TikTok ou le* doomscrolling (défilement de contenus en continu, *ndlr*). *On doit prendre soin de son cerveau comme on prend soin de son corps, en évitant cette "malbouffe" cérébrale. »*

Quant à l'IA, omniprésente, qu'en faire ? *« Elle peut sûrement avoir une utilité, mais nous devons discerner*

MICHOEL MOSHEL

**« ON DOIT PRENDRE SOIN DE SON CERVEAU COMME ON PREND SOIN DE SON CORPS, EN ÉVITANT LA "MALBOUFFE" CÉRÉBRALE »**

**Michoel Moshel,** neuropsychologue à la Macquarie University de Sydney (Australie)

*quand c'est le cas et quand il vaut mieux s'en passer* », souligne Nataliya Kosmyna. L'étude qu'elle a dirigée apporte quelques pistes. Car dans une deuxième partie de l'expérience, les participants dissertaient sur un sujet déjà traité dans la première phase, mais en changeant de groupe : ceux qui avaient utilisé ChatGPT n'y avaient plus accès, et inversement. Résultat : l'activité cérébrale de ceux ayant utilisé l'IA dans la première phase était plus faible que celle des participants qui n'avaient pas été aidés par elle. Parce qu'ils avaient utilisé ChatGPT, ils étaient devenus moins performants. Alors que ceux qui avaient réfléchi seuls au début amélioraient leurs performances grâce à l'outil, en l'utilisant de manière raisonnée. Conclusion : *« On pourrait éviter d'introduire ces outils tout au début de l'apprentissage, et attendre que les étudiants aient déjà des connaissances de base sur lesquelles s'appuyer »*, propose la chercheuse. Ces technologies font partie de nos vies : à nous de nous souvenir de les utiliser au mieux.

**NICOLAS GUTIERREZ C.**

M. JOURDREN

**Marie Jourdren**
Pédiatre au CHRU de Brest

# « Il faut éviter les écrans à l'école primaire »

Le numérique a toute sa place en classe, mais pas avant la 6e, et de manière ponctuelle et bien encadrée.

**En 2023, vous avez analysé toutes les études internationales concernant l'impact des écrans sur les enfants publiées avant 2021. Quelles sont vos conclusions, notamment concernant l'école ?**
La recherche s'accorde sur le fait que les écrans causent une baisse du niveau attentionnel chez les enfants de moins de 7 ans. Or l'attention est un des piliers de l'apprentissage tels qu'ils ont été décrits par Stanislas Dehaene, professeur de psychologie cognitive au Collège de France. Pour bien apprendre, un enfant doit être capable d'orienter son attention et de se concentrer, en s'engageant activement : faire des prédictions, les mettre à l'épreuve, répéter les expériences. Et il apprend mieux lorsque tous ses sens sont engagés. Tenir le crayon, voir la ligne qui s'écrit sur la feuille… ces stimuli sont absents d'un écran, par nature beaucoup plus pauvre sur le plan sensoriel. Même adultes, c'est grâce au contexte – les lieux, les odeurs, etc. – que nous apprenons. L'apprentissage des fondamentaux ne doit donc pas passer par les écrans, face auxquels on est plutôt passif et qu'il faut éviter à l'école primaire. À partir du collège, on peut envisager un usage collectif des tablettes, ponctuel et accompagné par un humain. La limitation à d'autres applications, sources de distraction importante, est nécessaire (pas de réseaux sociaux).

**Vous êtes donc d'accord avec la Commission d'experts sur l'impact de l'exposition des jeunes aux écrans qui s'est réunie en 2024 ?**
Tout à fait. Ses préconisations, soutenues par plusieurs sociétés médicales dont la Société française de pédiatrie, partent du constat que les écrans ont des conséquences négatives sur la santé et la cognition des enfants. Outre qu'ils fragilisent les capacités attentionnelles, ils perturbent aussi le sommeil, essentiel à l'apprentissage, favorisent la sédentarité et le surpoids, et peuvent endommager la vue, augmentant le risque de myopie. De plus, les écrans peuvent impacter le développement du langage des enfants de moins de 6 ans, ainsi que l'acquisition du langage écrit.

**Quelles sont ses recommandations ?**
La Commission souligne que les enfants de moins de 6 ans ne doivent pas être exposés aux écrans. Une règle « idéale », peut-être difficile à appliquer à la maison, mais essentielle à l'école, où il ne devrait pas y avoir d'écran avant cet âge. En ce qui concerne les utilisations du numérique à visée éducative pour les enfants plus grands, la Commission rappelle que tout nouvel outil doit être évalué avant de le déployer à large échelle. Le rapport pointe aussi l'importance d'éduquer les enfants et les adolescents au numérique, aux opportunités qu'il offre et aux dangers qu'il peut présenter. Et surtout, de former les enseignants et les éducateurs.

**PROPOS RECUEILLIS PAR NICOLAS GUTIERREZ C.**

*Spider*, de David Cronenberg (2002).

COLLECTION CHRISTOPHEL

# Cinéma intérieur

Le septième art est une machine à produire des souvenirs. Mais il arrive que la mémoire soit un sujet en soi. Ainsi, dans ***Amarcord***, Fellini retrace ses années de jeunesse. Ce film poétique convoque les vagues, le vent, la brume ou la neige pour estomper les contours de séquences comiques, grotesques ou tragiques – on assiste à la montée du fascisme – assemblées dans un collage onirique. Est-ce vraiment Rimini, la ville natale du *maestro*? Ces situations, les a-t-il vraiment vécues? L'artiste fait se télescoper passé, rêves et fantasmes. Sa mémoire est multiple. Comme celle de ***Spider***, film dans lequel David Cronenberg suit un homme souffrant de schizophrénie qui s'abîme en déambulations dans le quartier de son enfance.

Errance rime alors avec réminiscences : son père, une mère aimante, une prostituée... Mais sa mémoire est truffée de contradictions. Et le spectateur est embarqué dans cette confusion, la même actrice (Miranda Richardson) interprétant les deux femmes. Les souvenirs peuvent-ils être faux? Oui, et c'est aussi le sujet de ***Total Recall***, adaptation d'une nouvelle de Philip K. Dick. Faute de pouvoir s'offrir des vacances, un ouvrier (Arnold Schwarzenegger) s'en fait « greffer » le souvenir. Mais l'opération réveille sa mémoire enfouie d'agent secret! Cette découverte l'entraîne dans une aventure trépidante jusque sur Mars. Reste une incertitude vertigineuse : ces péripéties sont-elles vraiment vécues, ou sont-elles une illusion née de l'opération?

L'amnésie est un ressort classique du cinéma. Il en est ainsi pour le héros (Matt Damon) de ***La Mémoire dans la peau***. Repêché par l'équipage d'un chalutier, il ne se souvient plus de son identité, mais il a sous la peau des implants contenant le numéro d'un compte en Suisse. S'ensuit une fuite à travers l'Europe, la CIA sur les talons... À l'opposé de ces « jamesbonderies », ***L'Homme sans passé*** du cinéaste finlandais Aki Kaurismäki montre qu'être privé de ses souvenirs est aussi l'occasion de recommencer sa vie à zéro.

**OLIVIER LASCAR**

**Amarcord,** Federico Fellini, 1973

**Spider,** David Cronenberg, 2002

**Total Recall,** Paul Verhoeven, 1990

**La mémoire dans la peau,** Doug Liman, 2002

**L'Homme sans passé,** Aki Kaurismäki, 2001

## LIVRES

### Ma vie, mon œuvre...

Qu'est-ce qui pousse un être humain à rédiger ses mémoires? Le désir d'accéder à l'immortalité, de régler des comptes, de transmettre une expérience du monde? En toute hypothèse, ce genre littéraire – soit dit en passant, très masculin – constitue un témoignage précieux et une mine d'informations pour les chercheurs, au premier rang desquels les historiens. Car bien que rédigés à la première personne, les mémoires diffèrent de l'autobiographie en cela que le contexte prime sur l'intime. Peu de scientifiques se sont frottés à l'exercice. Citons la très courte ***Autobiographie scientifique*** de

Max Planck (Champs Flammarion), mais aussi ***Mémoires sans concessions*** d'Yves Rocard (Grasset), l'un des « pères » de la bombe nucléaire française, et ***Mémoires scientifiques*** de François Gros (Odile Jacob), codécouvreur de l'ARN messager.

**VINCENT REA**

## À vous de jouer!

◆ **LIVRES**

**100 tests pour entraîner sa mémoire** (Larousse, 2016)
Sous la direction de Bernard Croisile, neuropsychologue aux Hospices civils de Lyon, cet ouvrage propose des exercices ludiques faisant appel à différents types de mémoire (sémantique, épisodique...) et déclinés en trois niveaux de difficulté, ainsi qu'un rappel bienvenu des connaissances sur la mémoire sous forme de questions/réponses.

**100 jeux de mémoire** (Larousse, 2025)
Des questions de logique et de culture générale mais aussi des exercices destinés à renforcer vos facultés de déduction, d'observation et de concentration.

◆ **APPLIS**

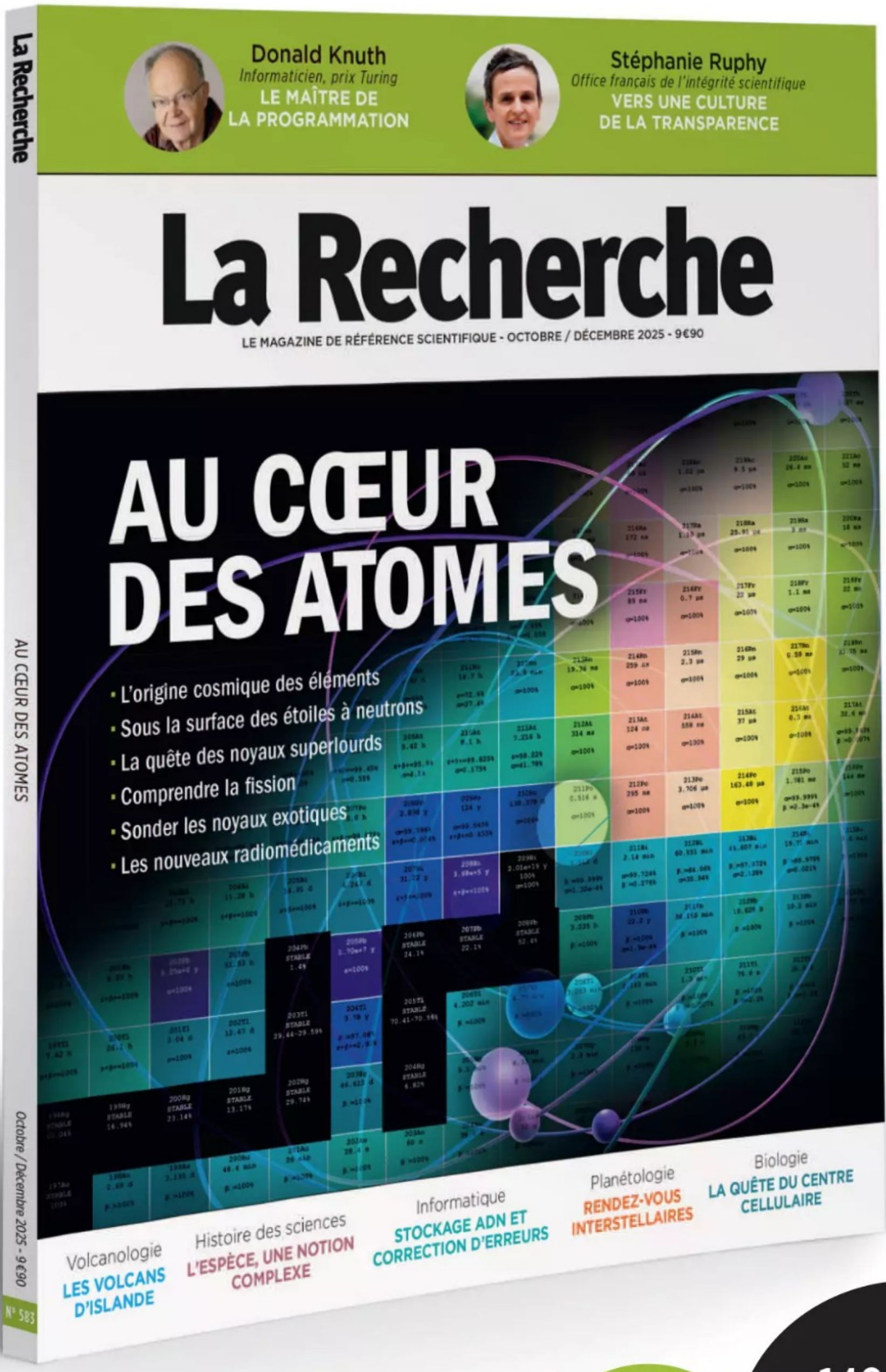
Remuez vos méninges avec des jeux en ligne gratuits, parmi lesquels **memozor.com** et **dyneo.com**, ainsi qu'une poignée d'exercices sur **frcneurodon.org**, le site de la Fondation pour la recherche sur le cerveau.
Certaines applis spécialisées, payantes, offrent une version de base gratuite plus ou moins fournie. Voici notre sélection :

- **Peak**, conçue en collaboration avec des chercheurs en neurosciences de Cambridge.
- **Lumosity**
La version gratuite est un peu courte : trois jeux par jour, mais ils changent tous les jours.
- **HappyNeuron**
Cette « méthode d'entraînement cognitif » propose de jouer librement ou sous la supervision d'un coach.

# 30 SCIENTIFIQUES PARTICIPENT À CE NUMÉRO

**La Recherche**

LE MAGAZINE DE RÉFÉRENCE SCIENTIFIQUE




Chez votre marchand de journaux

148 pages
MAGAZINE-LIVRE
Trimestriel

Kinedo

# La **sécurité** sans compromis

mais pas à n'importe quel prix !

**PRODUITS ÉLIGIBLES À**

**MaPrimeAdapt'**

Nouveau dispositif d'aide du gouvernement français

jusqu'à **70% d'aide** pour l'adaptation de votre salle de bain

(selon conditions)

AVANT >

Remplacez votre baignoire par une **douche sécurisée.**

**Devis gratuit**

FABRIQUÉ EN FRANCE

PLUS D'INFORMATIONS AU

**0 800 05 06 07** Service & appel gratuits

ou sur

www.kinedo.com

VU À LA TV

## DEMANDE DE DEVIS GRATUIT

A envoyer dans une enveloppe non-affranchie à

**AQUAPRODUCTION - LIBRE RÉPONSE 51045 - 44680 SAINTE PAZANNE**

❑ Oui, je souhaite en savoir plus sur les solutions douche Kinedo pour remplacer ma baignoire et bénéficier d'un DEVIS GRATUIT sans engagement de ma part.

Nom : ..... Prénom : .....

Adresse : .....

.....

Code postal : ..... Ville : .....

Téléphone : |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|

Email : .....

Kinemagic - Hors Série Sciences & Avenir